



w tcb.be
Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Contact

EEN UITGAVE VAN HET WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF

2015/2

Veiligheidshaken
p10-11

**Schimmel-
sanering**
p14-15

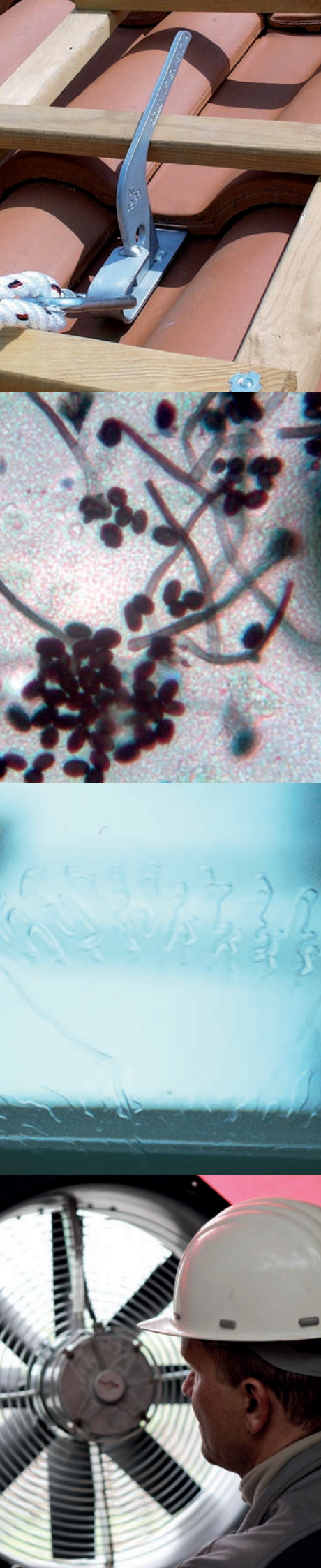
Ventilatorkeuze
p21

**Lucht-
dich-
testen**
p23

van
ing van
nformatie
ken van de
aalde kmo's
op te vinden is.
ers en de aanne-
nnen sfeer. U hoeft
eze herfst immers ook
Centrum toegankelijker
heetje concreter worden.

Het WTCB weldra in uw provincie! Wordt vervolgd...





Inhoud

2015/2

Zes jaar voorzitterschap met grote aandacht voor de realiteit op het terrein 3

 'SR' of 'HSR'-cement: welke hebben een hoge bestandheid tegen sulfaten? 4

 Milieuboodschappen op bouwproducten 6

 Toepassing van de Eurocode 7 in België: een update 8

 Gietasfalt op parkeerdaken 9

 Een goede keuze en bevestiging van de veiligheidshaken 10

 Prestaties van de afwerkingen voor houten buitenschrijnwerk 12

 Aangedreven voetgangersdeuren, enkel een kwestie van toegankelijkheid? 13

 Schimmelsanering in woningen 14

 Problemen bij gelaagd glas met een PVB-folie 16

 Plaatsing van dunne XL- en XXL-tegels 17

 Bevestiging van gevelbekledingen uit natuursteen: belang van de deugelweerstand 18

 Het gebruik van donkerkleurige verf 20

 Het belang van de ventilatorkeuze 21

 Dimensionering van waterverdeelleidingen: DIN 1988-300 22

 Nieuwe regels voor luchtdichtheidstesten in gebouwen 23

 Akoestisch verbeterde oplossingen voor lichte gevelwanden 24

 Aanwezigheidsregistratie op grote werven 26

Zes jaar voorzitterschap

met grote aandacht voor
de realiteit op het terrein

Na zes jaar lang zijn stempel van aannemer met een grote aandacht voor de mens en de realiteit op het terrein op onze activiteiten te hebben gedrukt, zet **Jacques Gheysens** een punt achter zijn WTCB-voorzitterschap. Hij geeft de fakkel door aan **Johan Willemen**, een aannemer die afkomstig is uit een familiebedrijf dat vandaag de dag een belangrijke plaats veroverd heeft op de Belgische markt.



Onder het beleid van Jacques Gheysens heeft het Centrum een aantal grondige evoluties gekend en verschillende nieuwe accenten gelegd, zonder echter de bestaande projecten uit het oog te verliezen. Denken we hierbij maar even aan het groeiende belang van de **Technische Comités**, die de hoeksteen vormen van onze activiteiten. Hierin zijn er immers tal van aannemers vertegenwoordigd die erover waken dat het WTCB zich op de praktische problemen van de bouwprofessionelen richt. Sinds 2009 is elk Technisch Comité er bovendien aan gehouden om jaarlijks zijn werkplan voor te stellen aan het Vast Comité en zijn tegenhangers.

Deze werkplannen lagen aan de grondslag van het eerste visierapport **'Op koers voor 2015'** (beschikbaar via de rubriek 'Voorstelling en doelstellingen' op www.wtcb.be) waarin de acties beschreven staan waarop het WTCB zich sedert 2013 prioritair toelegt. Eén van de meest emblematische activiteiten betreft **het promoten van een energiezuinige bouwwijze**, met sterke nadruk op de pragmatische energetische renovatie van het bestaande gebouwenpark. Zo heeft het WTCB zijn focus gelegd op het onderzoek van technieken zoals de na-isolatie van spouwmuren of de isolatie langs de binnenzijde enerzijds en op de coördinatie van diverse grootschalige pilootprojecten in het domein van de energetische renovatie anderzijds. Op het vlak van nieuwbouw ziet het Centrum er dan weer op toe dat de EPB-regelgeving in de drie Gewesten zo synchroon mogelijk en volgens een aan de sector aangepast ritme evolueert. Het WTCB fungeert hiervoor overigens als coördinator binnen een omvangrijk interregionaal project.

Ten slotte heeft het WTCB sinds 2009 ook gezorgd voor een sterke uitbreiding van zijn **dienstverleningsaanbod aan de bouwsector** en voor een grondige opfrissing van zijn website. Zo kunnen de aannemers voortaan publicaties of relevante informatie opzoeken in functie van hun bouwberoep. Hoewel de consultatiestatistieken van de website in stijgende lijn gaan, moeten we niettemin vaststellen dat bepaalde kmo's zich nog onvoldoende bewust zijn van de schat aan informatie die erop te vinden is. Daarom heeft het Centrum er dit jaar voor gekozen om zijn medewerkers en de aannemers met elkaar in contact te brengen in een gezellige en ontspannen sfeer. U hoeft zich daarvoor zelfs niet al te ver te verplaatsen: het WTCB trekt deze herfst immers ook door uw provincie. Zo ziet Jacques Gheysens zijn wens om het Centrum toegankelijker te maken voor zijn doelgroep met andere woorden nog een beetje concreter worden.





Sulfaten kunnen het beton aantasten doordat ze leiden tot de vorming van een expansief zout. Om deze beschadiging te voorkomen, zijn er tal van normen en bestekken die verwijzen naar cement met een hoge bestandheid tegen sulfaten, ofwel 'HSR' (*high sulfate resisting*), tot in 2011 de enige erkende benaming in België. Sinds de normwijzigingen worden de in de handel verkrijgbare sulfaatbestendige cementen aangeduid als 'SR' (*sulfate resisting*) of 'HSR' (*high sulfate resisting*). Dit onderscheid is echter niet afhankelijk van hun sulfaatbestendigheidsgraad. Om verwarring te vermijden, geven we in dit artikel een beknopte toelichting bij deze cementtypes.

'SR' of 'HSR'-cement: welke hebben een hoge bestandheid tegen sulfaten?

Wanneer wordt cement met een hoge bestandheid tegen sulfaten gebruikt?

Zowel de bodem als het grondwater kunnen sulfaten bevatten. Ook industriële activiteiten en het gebruik van bepaalde meststoffen kunnen aanleiding geven tot de aanwezigheid van sulfaten. Deze sulfaten dringen het beton binnen door diffusie of capillaire absorptie en kunnen reageren met de hydratatieproducten van het cement. Het expansieve karakter van de reactieproducten zorgt ervoor dat het beton begint te degraderen (door de vorming van ettringiet, ook Candlotzout genoemd; zie onderstaande afbeelding).

Het beperken van de permeabiliteit van het beton (correct cementgehalte, lage W/C-verhouding, optimaal granulaatskelet), verbetert de bestandheid tegen sulfaten. Maar een lage permeabiliteit biedt onvoldoende bescherming. Van zodra het water of de grond in contact met het beton een sulfaatgehalte van respectievelijk meer dan 500 mg/l of

3.000 mg/kg bereikt (wat overeenstemt met de milieuklassen EA1 tot EA3), moet er cement met een hoge bestandheid tegen sulfaten gebruikt worden (zie de norm NBN B 15-001).

Nieuwe normen: een andere benaming

Voor 2011 werd er in de Europese norm NBN EN 97-1:2000 'Cement' geen melding gemaakt van de sulfaatbestendigheid van de voornoemde cementtypes. De Belgische norm NBN B 12-108:2006 'Cement. Cement met hoge bestandheid tegen sulfaten' schreef daarentegen wel een hoge sulfaatbestendigheid toe aan bepaalde 'HSR'-cementsoorten.

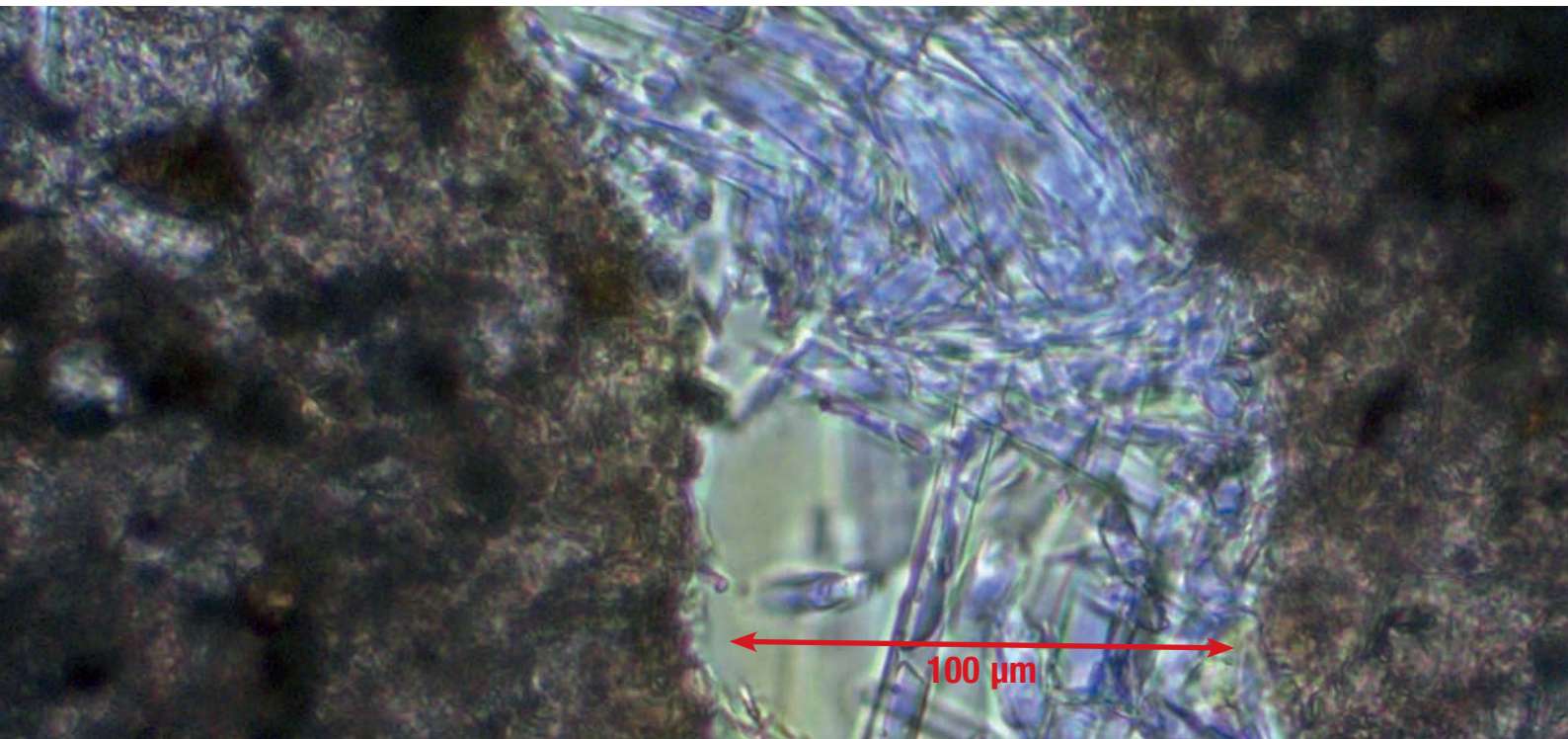
De nieuwe uitgave van de Europese norm NBN EN 197-1 introduceerde in 2011 zeven sulfaatbestendige cementen, die de benaming 'SR' dragen. Bijlage A vermeldt echter ook dat het op nationaal niveau toegestaan is om gebruik te maken van andere cement-

types en verwijst voor België naar de norm NBN B 12-108.

Om conform deze laatste uitgave van de Europese norm NBN EN 197-1 te zijn, was de uitgave van de norm NBN B 12-108, die dateert van 2006, aan een herziening toe. Op Belgisch niveau zijn er immers cementsoorten die als sulfaatbestendig bestempeld kunnen worden, terwijl ze in de Europese norm niet als dusdanig beschouwd worden. Aangezien er in België zeer vaak verwezen wordt naar de norm NBN B 12-108 in openbare en private bestekken, is het wenselijk om de verwijzing naar deze norm in stand te houden.

Bovendien is er een verband tussen het BENOR-merk en de norm NBN B 12-108, voor wat de eigenschap 'bestandheid tegen sulfaten' betreft. Dankzij dit merkteken is een strengere kwaliteitscontrole mogelijk dan dat er op het Europese niveau beschikbaar is met de CE-markering. Zo wordt er binnen het kader van het BENOR-merk een externe controle van

De aanwezigheid van ettringietnaalden in een scheur die doorheen de cementpasta loopt





Cementtypes met een (hoge) bestandheid tegen sulfaten volgens de verschillende normen

Cementtype	Belgische norm NBN B 12-108:2006	Europese norm NBN EN 197-1:2011	Belgische norm NBN B 12-108:2015
Portlandcement	CEM I HSR $\leq 3,0$ % C_3A	CEM I-SR 0 = 0 % C_3A CEM I-SR 3 ≤ 3 % C_3A CEM I-SR 5 ≤ 5 % C_3A	CEM I-SR 0 = 0 % C_3A CEM I-SR 3 ≤ 3 % C_3A
Hoogovencement	CEM III/B HSR CEM III/C HSR	CEM III/B-SR CEM III/C-SR	CEM III/B-SR CEM III/C-SR
Puzzolaancement	/	CEM IV/A-SR ≤ 9 % C_3A CEM IV/B-SR ≤ 9 % C_3A	/
Composietcement	CEM V/A (S-V) HSR	/	CEM V/A (S-V) HSR (*)
Overgesulfateerd cement	SSC HSR	/	SSC HSR

(*) Het cementtype CEM V/A (S-V) HSR wordt beschouwd als een 'Cement met een Hoge Bestandheid tegen Sulfaten volgens de norm NBN B 12-108', op voorwaarde dat het voldoet aan de bijkomende specifieke eisen van de Belgische norm. Zo mag het kalkgehalte (CaO) maximum 50,0 % bedragen.

de samenstelling van de cementen CEM III/B-SR (de samenstelling die het 'SR'-karakter bepaalt) uitgevoerd. Binnen de context van de CE-markering vindt deze controle niet plaats, er wordt enkel vermelding gemaakt van een eenvoudige zelfcontrole.

Volgens de herziening van de Belgische norm NBN B 12-108, waarvan de publicatie voorzien is voor 2015, hebben de volgende cementsoorten een hoge bestandheid tegen sulfaten als eigenschap:

- de 'SR'-cementen: de cementtypes die volgens de Europese norm sulfaatbestendig zijn en die in België eveneens een hoge sulfaatbestendigheid toegeschreven krijgen. Aangezien deze onder de CE-markering al aangeduid worden als 'SR', kunnen ze geen 'HSR'-markering krijgen
- de 'HSR'-cementen: de cementtypes die door de Europese norm niet als sulfaatbestendig beschouwd worden, maar die op het

Belgische niveau wel een hoge bestandheid tegen sulfaten toegeschreven krijgen.

Dit onderscheid tussen 'SR' en 'HSR' wordt niet bepaald door de sulfaatbestendigheidsgraad, maar door het feit of de cementen al dan niet opgenomen zijn in de Europese norm als zijnde sulfaatbestendig. Al deze cementen worden voortaan aangeduid als 'Cement met een Hoge Bestandheid tegen Sulfaten volgens de norm NBN B 12-108'. Deze aanduiding moet vanaf nu integraal vermeld worden in de bestekken in plaats van de oude benaming 'HSR'.

Welke cementtypes hebben een hoge bestandheid tegen sulfaten?

Tijdens de hydratatiereactie (d.i. de reactie van cement bij de aanwezigheid van water) vormen bepaalde cementbestanddelen (bv. calciumoxide en aluminaten) reactieproducten die in combinatie met de sulfaten een expansieve reactie kunnen veroorzaken. Door de aanwezigheid van deze bestanddelen in het cement te beperken of zelfs volledig te vermijden, verkrijgt beton dat met dit cement gemaakt wordt een hogere bestandheid tegen sulfaten. Deze eigenschap is terug te vinden in de onderstaande cementtypes:

- de Portlandcementen die van nature arm zijn aan C_3A -aluminaten
- de hoogovencementen met een hoog hoogovenslakgehalte
- de composietcementen met een beperkt kalkgehalte (CaO), een bron van calciumionen.

Vanuit een normatief standpunt vertalen deze wetenschappelijke overwegingen zich in eisen die aan het cement opgelegd worden.

De bovenstaande tabel geeft een overzicht van de cementtypes die volgens de verschillende normen een (hoge) bestandheid tegen sulfaten vertonen.

U zult merken dat in de herziening van de norm NBN B 12-108 niet alle 'SR'-cementen die in de Europese norm NBN EN 197-1 voorkomen, overgenomen worden. Dit is bijvoorbeeld het geval voor cement van het type CEM I met een C_3A -gehalte tot 5 % (CEM I-SR 5) en de puzzolaancementen CEM IV SR. Deze cementsoorten werden in België namelijk nooit eerder gebruikt in toepassingen waarbij er contact was met sulfaten. Ook de CEM I-SR 5 werd niet overgenomen in de Belgische norm, aangezien Portlandcement CEM I een betere bestandheid tegen sulfaten verkrijgt naarmate het C_3A -gehalte lager ligt.

Ten slotte vermelden we dat de grenswaarden eveneens herzien werden ten opzichte van de uitgave van 2006 van de norm NBN B 12-108. Zo werd een Portlandcement CEM I voordien beschouwd als bestand tegen sulfaten als zijn C_3A -gehalte minder dan 3,0 % bedroeg. In de herziene versie bedraagt de grenswaarde 3 %, waardoor bijvoorbeeld ook een waarde van 3,4 % binnen deze grens valt.

L. Kupers, m. wet. geol., onderzoeker, laboratorium Betontechnologie, WTCB

V. Dieryck, ir., senior projectleider, afdeling Beton en bouwchemie, WTCB

V. Pollet, ir., adjunct-departementshoofd, departement Materialen, technologie en omhulsel, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Normen-Antenne 'Beton-mortel-granulaten', gesubsidieerd door de FOD Economie.



Het aantal bouwproducten waarvan – soms zonder duidelijke achtergrond – geclaimd wordt dat ze ‘groen’ of ‘ecologisch’ zijn, is niet te overzien. Dit kan toegeschreven worden aan het feit dat het tot voor kort ontbrak aan iedere vorm van wetgeving omtrent milieuboodschappen op bouwproducten. Deze wildgroei aan claims maakt het er voor de aannemer en de architect niet altijd eenvoudiger op om een milieubewuste materiaal- of productkeuze te maken. Daar komt nu enigszins verandering in met de publicatie van het Koninklijk Besluit ⁽¹⁾ van 22 mei 2014 tot vaststelling van de minimumeisen voor het aanbrengen van milieuboodschappen op bouwproducten. In dit artikel geven we wat tekst en uitleg bij de inhoud van voornoemd KB en lichten we toe hoe dit initiatief een eerste stap vormt naar de berekening van de milieuprestaties van gebouwen.

Milieuboodschappen op bouwproducten

Huidige wetgeving

Een eerste eis uit het KB van 22 mei 2014 is dat de op bouwproducten aangebrachte milieuboodschappen moeten beantwoorden aan de voorschriften uit de norm NBN EN ISO 14021 ⁽²⁾. Dit houdt onder meer in dat de boodschappen niet misleidend mogen zijn. Een tweede vereiste is dat elke fabrikant die een milieuboodschap op zijn product wil aanbrengen vanaf 1 januari 2015 een levenscyclusanalyse (LCA, zie [Infofiche 64](#)) moet laten uitvoeren. Deze LCA-resultaten moeten op hun beurt gecommuniceerd worden onder de vorm van een milieuproductverklaring of *Environmental Product Declaration* (EPD),

overeenkomstig de basisregels uit de norm NBN EN 15804+A1 ⁽³⁾. Een derde eis is dat de aldus opgestelde milieuproductverklaringen vervolgens geregistreerd moeten worden in de publiek toegankelijke federale EPD-databank (www.environmentalproductdeclarations.eu). Op die manier heeft elke consument toegang tot de achterliggende milieu-informatie van een product.

Belangrijk om weten is dat deze databank ook openstaat voor buitenlandse EPD's (voorzover ze conform zijn aan de Belgische en Europese rekenregels) en dat er eveneens EPD's in opgenomen kunnen worden van producten waarop er geen milieuboodschappen vermeld zijn. Dit gebeurt dan op vrijwillige basis.

producten, maar ook een beter inzicht in hun productieproces, wat hen in staat kan stellen om verbetertrajecten uit te denken. Voor de aannemer of de architect ligt het grote voordeel van een EPD er dan weer in dat hij aan de hand van de verschillende milieu-impactcategorieën (zoals de klimaatverandering, de aantasting van de ozonlaag of de uitputting van grondstoffen) duidelijke milieu-informatie krijgt over het materiaal of het product in kwestie en aldus een bewuste keuze kan maken. De interpretatie van deze milieudata is echter niet vanzelfsprekend indien men niet over de nodige LCA-expertise beschikt.

Toekomstige evoluties

Daar waar men vandaag de dag enkel verplicht is om een milieu-analyse van de productiefase uit te voeren (van wieg tot fabriekspoort), stelt het KB van 22 mei 2014 dat men vanaf 2017 zal dienen over te gaan tot de berekening van de milieu-impact over de volledige levenscyclus van het product (productie, constructie en levenseinde). Vanaf die datum zullen er ook een aantal bijkomende milieu-impactcategorieën zoals de toxiciteit en de hoeveelheid fijn stof in aanmerking genomen moeten worden. Hiermee vervult de Belgische overheid een voortrekkersrol op het vlak van de aanpassingen die doorgevoerd zullen worden aan de Europese norm.

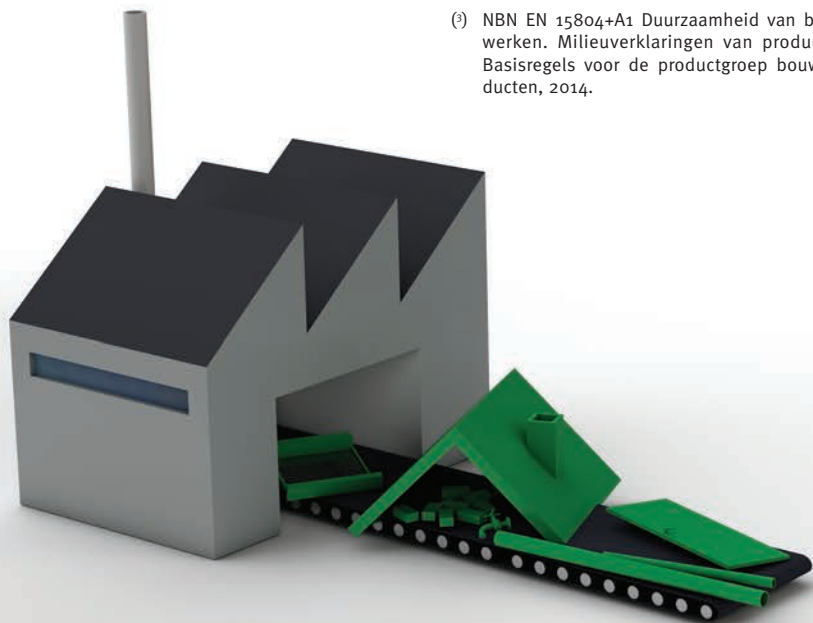
⁽¹⁾ Koninklijk besluit tot vaststelling van de minimumeisen voor het aanbrengen van milieuboodschappen op bouwproducten en voor het registreren van milieuproductverklaringen in de federale databank.

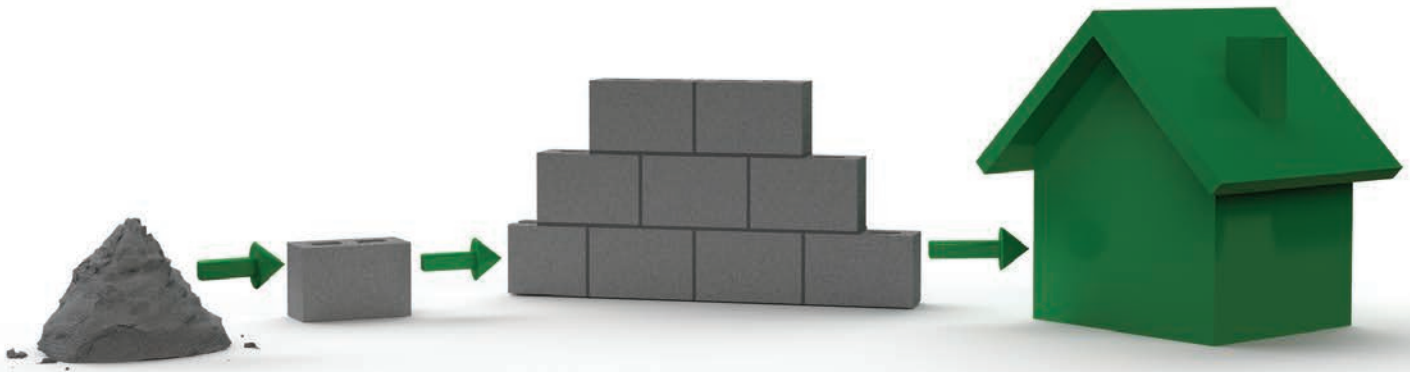
⁽²⁾ NBN EN ISO 14021 Milieu-etiketteringen en -verklaringen. Zelfvastgestelde milieu-uitspraken (Type II milieu-etikettering), 2001.

Relevantie van het KB

Door de uitvoering van een LCA krijgen de fabrikanten niet alleen een volledig en objectief beeld van de milieuprestatie van hun

⁽³⁾ NBN EN 15804+A1 Duurzaamheid van bouwwerken. Milieuverklaringen van producten. Basisregels voor de productgroep bouwproducten, 2014.





Aansluitend op de norm NBN EN 15804 wordt er momenteel ook gewerkt aan een reeks specifiek Belgische rekenregels voor bouwproductgerelateerde LCA's en EPD's die op termijn opgenomen zullen worden in een nationaal normatief document.

Bij de recente herziening van de Europese Bouwproductenverordening, werd er ten slotte een zevende fundamentele eis toegevoegd met betrekking tot het duurzame gebruik van natuurlijke hulpbronnen. Dit heeft ervoor gezorgd dat verschillende Europese productcomités – thermische isolatie, beton en betonproducten, soepele vloerbekledingen en laminaat, geprefabriceerde betonproducten, metselwerk, houten houtproducten, dakbedekkingen en kunststofbuizen – zich momenteel toeleggen op de opstelling van productspecifieke rekenregels voor het uitvoeren van LCA's, conform aan maar aanvullend op de norm NBN EN 15804. In afwachting van een eventuele verplichting op Europees niveau zullen deze rekenregels in eerste instantie opgenomen worden in het vrijwillige deel van de betreffende productstandaarden.

Milieuprestaties van gebouwen

Bij de beoordeling van een bouwproduct mag men zich niet blindstaren op de milieu-impact

van het product *an sich*, maar dient men eveneens rekening te houden met de impact ervan op gebouwniveau. Zo is het niet ondenkbaar dat het gebruik van materialen met een lagere milieu-impact resulteert in gebouwen met slechtere milieuprestaties (bv. omwille van de noodzaak aan extra bevestigingsmateriaal, een zwaardere fundering in functie van de opbouw of meer intensieve onderhoudsvereisten gedurende de volledige levensduur van het gebouw). Daarom werd in 2012 in opdracht van de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM) een op de Europese normalisatie gebaseerde methode ontwikkeld ter bepaling van de materiaalprestaties van gebouwelementen: de MMG-methode (Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen; www.ovam.be/materiaalprestatie-gebouwen). Deze methode is specifiek afgestemd op de Belgische context en laat toe de milieu-impact van elementvarianten, zoals wand-, dak- en vloerconstructies, te vergelijken.

De Gewesten maken op dit moment – in samenspraak met de bouwsector – ook werk van een gebruiksvriendelijke rekentool die architecten, bouwondernemingen en bouwmaterialproducenten een beter inzicht moet geven in de milieugebonden materiaalprestatie van hun bouwwerken. Deze tool zal onder meer gebruikmaken van de productinformatie die proactief ter beschikking gesteld wordt in de federale EPD-databank. Dit moet de

architecten en de aannemers in staat stellen om specifieke materiaalcombinaties te kiezen met een lagere milieu-impact dan de gemiddelde sectorprestatie. Op termijn zouden deze laatste ook eigen varianten en materiaalcombinaties in de tool moeten kunnen inbrengen. Een volgende stap is dan de ontwikkeling van een Materiaalpeil of M-peil dat de weerspiegeling vormt van de milieu-impact van het gebouw (naar analogie met het bestaande Energiepeil of E-peil). In Nederland is het tegenwoordig verplicht om in elke nieuwe bouwaanvraag een LCA-berekening op te nemen waarin de milieu-impact van de in het bouwwerk toe te passen materialen gedeclareerd wordt.

Voor meer informatie over de milieureglementering en andere milieugerelateerde aspecten (zoals milieulabels, EPD's en LCA's) verwijzen we naar het toekomstige WTCB-Rapport *Principes en aandachtspunten bij de keuze van duurzame bouwmaterialen*. I

*L. Wastiels, dr. ir.-arch., projectleider,
laboratorium Duurzame ontwikkeling, WTCB*

*Dit artikel werd opgesteld in het kader van
de Technologische Dienstverlening Duurzaam
bouwen en duurzame ontwikkeling in
het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.*

Rol van het WTCB

Gelet op het feit dat het WTCB over de nodige LCA-expertise beschikt en zowel de nationale als de Europese normalisatie met betrekking tot dit onderwerp nauwgezet opvolgt, kunnen onze medewerkers u met raad en daad bijstaan bij de evaluatie van milieuprestaties op product-, component- of gebouwniveau.



Het is intussen reeds 10 jaar geleden dat het eerste deel van de Eurocode 7 in ons land gepubliceerd werd onder de benaming NBN EN 1997-1 (+ AC: 2009/+ A1: 2014) 'Eurocode 7. Geotechnisch ontwerp. Deel 1: algemene regels'. Deze norm werd vorig jaar aangevuld door een Nationale Bijlage, waarin men niet alleen de waarden van de op nationaal vlak bepaalde parameters terugvindt (bv. de belastings-, materiaal- en weerstandsfactoren), maar tevens een aantal nationale aanvullingen die de toepassing van de Eurocode 7 op een gedetailleerde en pragmatische manier beschrijven. Het spreekt voor zich dat deze evoluties een weerslag hebben op de dagelijkse geotechnische ontwerppraktijk. In dit artikel wordt de aandacht toegespitst op de voornaamste veranderingen die deze documenten teweegbrengen.

Toepassing van de Eurocode 7 in België: een update

Grondmechanisch ontwerp van funderingspalen

De richtlijnen voor het grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op drukbelaste funderingspalen werden vastgelegd in het [WTCB-Rapport nr. 12](#) uit 2009. Dit document wordt momenteel op een aantal punten herzien in de schoot van de normalisatiecommissie NBN E25007. Zo zal er in de herziening (waarvan de publicatie voorzien is voor 2015) niet alleen een sterke vereenvoudiging van het ontwerp doorgevoerd worden, maar zal het toepassingsgebied tevens uitgebreid worden tot op trek belaste palen.

Invloed van uitgravingen

Uitgravingen kunnen een invloed hebben op de weerstand van de grond. Dit geldt vooral voor de 'ontspannen' grondzone onder het uitgravingspeil (zie afbeelding). Indien het ontwerp gebaseerd is op een grondonderzoek dat uitgevoerd werd vóór de uitgraving, zal het in bepaalde gevallen noodzakelijk zijn om een reductie toe te passen op de gemeten conusweerstand (q_c).

Voor een in zandgrond uitgevoerde bouwput van 8 m diep, waarbij de installatie van de

boorpalen plaatsgrijpt vanaf de bodem van de bouwput, zal de gemeten conusweerstand bijvoorbeeld gereduceerd moeten worden tot 4 m onder het uitgravingspeil. Indien de palen langer zijn dan 4 m (wat doorgaans het geval is), zal het puntdraagvermogen van de paal niet beïnvloed worden (zie afbeelding), maar de wrijvingsweerstand wel. Er zijn echter ook veel gevallen waarbij de gemeten conusweerstand niet gereduceerd hoeft te worden (sleuven met een beperkte breedte, grondverdringende palen ...). Om twijfels te vermijden, strekt het tot aanbeveling om het grondonderzoek pas uit te voeren nadat de uitgravingswerken achter de rug zijn.

Uitbreiding van het toepassingsgebied tot op trek belaste palen

Palen kunnen op trek belast worden als gevolg van een uitwendige structurele krachtwerking (bv. ter hoogte van landhoofden of masten) en door de aanwezigheid van een opwaartse waterdruk (tunnels, bouwputten, lege waterreservoirs ...).

In voorkomend geval dient men zich ervan te vergewissen dat de paal niet uit de grond

getrokken wordt. Deze controle kan op dezelfde manier gebeuren als bij op druk belaste palen, maar wel onder de aanname dat de wrijvingsweerstand op trek zo'n 20 % lager zal zijn dan deze op druk. De trek in de paal zorgt namelijk voor een vermindering van de korrelspanning in de grond en bijgevolg ook voor een geringere laterale paalwrijving.

Men dient eveneens te checken of er bij het uittrekken van de paal geen kluit grond meekomt. Dit fenomeen wordt in de Eurocode 7 aangeduid als een *uplift*-situatie. Om hieraan te verhelpen, dient men erop toe te zien dat het gezamenlijke gewicht van de paal en de kluit voldoende groot is om weerstand te kunnen bieden aan de trekkracht.

We willen erop wijzen dat voornoemde regels uit de herziening van het [WTCB-Rapport nr. 12](#) enkel gelden voor individuele palen.

Er zijn op dit ogenblik ook een aantal richtlijnen in de maak voor het grondmechanische ontwerp van andere geotechnische constructies zoals beschoeiingen, grondankers, micropalen en funderingen op staal. Deze zullen waarschijnlijk ter perse gaan tegen eind 2015 of begin 2016.

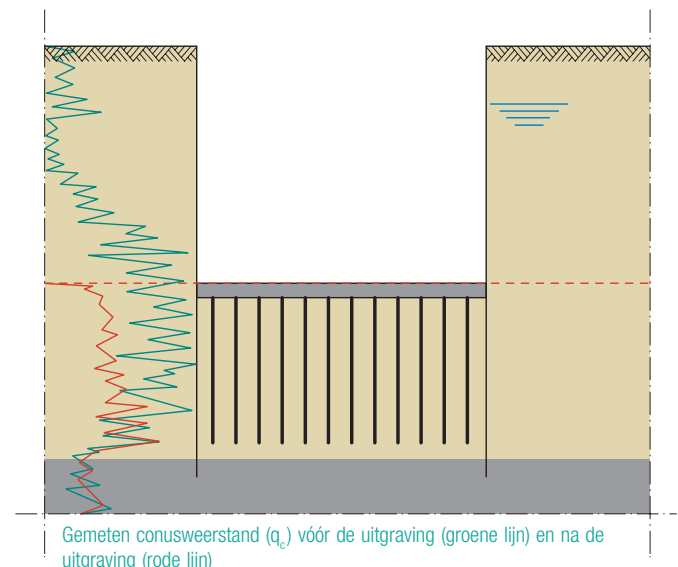
M. De Vos, ir., adjunct-afdelingshoofd, en N. Huybrechts, ir., afdelingshoofd, afdeling Geotechniek, WTCB

Tweede generatie Eurocodes

Gelet op het feit dat de meeste Eurocodes intussen meer dan 10 jaar oud zijn, is men op Europees niveau van start gegaan met de systematische herziening ervan. Dit zal op termijn leiden tot de publicatie van een tweede generatie Eurocodes waarin er rekening zal gehouden worden met de opgedane ervaring.

Voor de revisie van de Eurocode 7 – waarvan de publicatie voorzien is tegen 2020 – wordt er onder meer gestreefd naar een beperking van de nationaal te bepalen parameters, een verhoogd gebruiksgemak, een harmonisering van de ontwerpbenaderingen en een betrouwbaarheidsdifferentiatie.

Het WTCB is zowel op nationaal als op internationaal niveau bij deze werkzaamheden betrokken, respectievelijk door zijn medewerking aan de activiteiten van de normalisatiecommissies NBN E25007 en CEN/TC250/SC7.





Sedert de publicatie van de TV 253, gewijd aan de samenstellende lagen en materialen van parkeerdaken, worden er binnen een gespecialiseerde werkgroep discussies gevoerd omtrent het gebruik van gietasfalt en meer bepaald omtrent de indrukken die erin nagelaten worden door de wielen van de voertuigen (in het bijzonder bij geïsoleerde daken). De desbetreffende waarschuwingen en aanbevelingen uit voormelde TV worden hieronder hernomen en verder uitgewerkt. Hoewel gietasfalt al sinds de jaren 1970 gebruikt wordt, lijken de vervormingsproblemen enkel op te treden bij de daken die in de laatste 15 jaar uitgevoerd werden. Is dit te wijten aan de aanwezigheid van thermische isolatie? Aan het gebruik van andere grondstoffen? Of nog aan het toegenomen gewicht van de voertuigen?

Gietasfalt op parkeerdaken

Wat is gietasfalt?

Gietasfalt is een mengsel van granulaten, zand, fillers (vulstoffen), al dan niet gemodificeerd bitumen en eventuele additieven, dat bereid wordt bij een temperatuur van 220 tot 230 °C (of 170 tot 200 °C voor lagetemperatuurmengsels). Onder dergelijke omstandigheden bereikt het een zodanige vloeibaarheid dat het handmatig verwerkt en zonder verdichting tot op de gewenste dikte gestort kan worden. Na afkoeling bevat de asfaltlaag slechts weinig of geen holle ruimten. Voor toepassing als rijlaag (met een dikte van 30 mm ± 5 mm) wordt het asfalt ingestrooid met zand of fijn (meestal lichtkleurig) grind om een toereikende ruwheid en een betere stabiliteit aan het oppervlak te bekomen.

Oorzaken van de vervormingen

Vermits bitumen een visco-elastisch en thermoplastisch bindmiddel is, verschillen de eigenschappen van het gietasfalt naargelang van de omgevingstemperatuur: hoe hoger de temperatuur, hoe vervormbaarder het materiaal en hoe lager de temperatuur, hoe stijver (met risico op scheurvorming). Door de belasting van de voertuigen – eventueel in combinatie met hoge temperaturen – kunnen er bij gietasfalt lichte vervormingen optreden, die volgens de deskundigen inherent zijn aan het materiaal.

Aanvaardbare vervormingen

Uit een bevraging van diverse bouwheren is gebleken dat vervormingen tot 5 mm diep getolereerd worden. De vervormingen die zichtbaar zijn in de onderstaande afbeelding liggen met andere woorden op de grens van het aanvaardbare (plasvorming, eventuele hinder voor de gebruikers), terwijl lichte bandafdrukken van 1 à 2 mm algemeen aanvaardbaar zijn (zeer licht esthetisch ongemak). Volgens de

We willen erop wijzen dat de vervormingen voornamelijk aanleiding geven tot ongemakken op het vlak van esthetiek en comfort voor de gebruikers. Hun invloed op de functionaliteit en de waterdichtheid is daarentegen slechts gering. Bovendien kunnen er bij de andere afwerkingssystemen eveneens risico's en schadegevallen optreden (deze zullen aan bod komen in het tweede deel van voornoemde TV).

Opmerking

TV 253 zou de diepte van de vervormingen bijgevolg beperkt moeten blijven tot 5 mm na drie jaar (maximale duur van de garantie van een rijlaag), ongeacht of het nu gaat om een geïsoleerd dak of niet. Indien er tijdens deze periode geen enkele vervorming optreedt, is de kans groot dat dit ook in een later stadium niet meer zal gebeuren.

Gebrek aan beschikbare informatie

Gelet op het feit dat gietasfalt de afgelopen jaren een aantal belangrijke evoluties ondergaan heeft, zijn de karakteristieken ervan slechts zelden volledig gekend (zie tabel 29 van de TV 253). Het strekt dan ook tot aanbeveling om voor elk mengsel een technische fiche te laten opstellen waarin deze karakteristieken vermeld staan. Het is immers pas wanneer men over deze informatie beschikt en deze kan relateren aan het gedrag van de producten in de praktijk, dat men pistes zal kunnen uitdenken om voornoemd probleem te beperken. Binnen het OCV is er hieromtrent een uitgebreide studie aan de gang.

Enkele aanbevelingen

Naast de regels van de goede praktijk en de rol van de verschillende interveniënten, die in de lange versie van dit artikel besproken worden, is het belangrijk om weten dat:

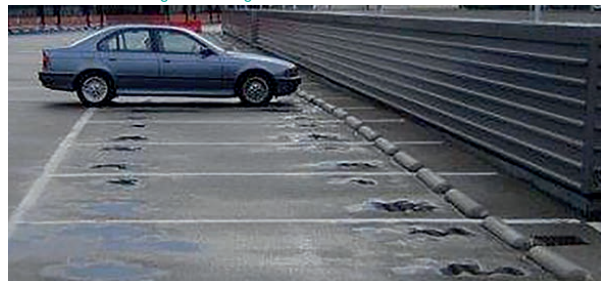
- de instrooiing met lichtkleurige granulaten de oppervlaktetemperatuur van het gietasfalt – dat eveneens licht ingekleurd kan zijn in de massa – doet dalen en het risico op vervormingen beperkt

- het op plaatsen waar er hoge temperaturen te verwachten zijn (bv. in de nabijheid van beglaasde of reflecterende wanden) sterk aan te raden is om te opteren voor andere materialen of een andere dakopbouw
- er onder het gietasfalt soms een betonslaag aangebracht wordt om de warmte te absorberen. Dit zorgt voor een daling van de temperatuur van de rijlaag en voor een beperking van het risico op vervormingen
- de integratie van een driedimensionale wapening gepaard lijkt te gaan met een beperking van de vervormingen van het gietasfalt. Dit moet echter nog bevestigd worden door de ervaring.

Besluit

Gietasfalt heeft tal van voordelen te bieden, zoals een snelle aanleg en ingebruikname, een beperkt aantal voegen, een uitvoering die geen zwaar materieel vereist, een goede ondoordringbaarheid en een lagere kostprijs. Wanneer men opteert voor dit materiaal, dient men zich niettemin bewust te zijn van het feit dat er een risico op – soms aanzienlijke – vervormingen bestaat. Hoewel deze hinderlijk kunnen zijn voor de gebruikers, brengen ze de duurzaamheid en de waterdichtheid van het dak gewoonlijk niet in het gedrang. Het is onze wens dat de gietasfaltproducenten voornoemde problematiek beter gaan begrijpen en beheersen opdat de plaatsers zich met meer zekerheid zouden kunnen uitspreken over de mogelijke materiaalvervorming. ■

Zichtbare vervormingen in het gietasfalt



E. Noirfalisse, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Isolatie- en dichtingsmaterialen, WTCB



Via de WTCB-Mail (zie www.wtcb.be) blijft u op de hoogte van de verschijning van de lange versie van dit artikel: WTCB-Dossiers 2015/2.5

De aanwezigheid van veiligheidsvoorzieningen op het dak is van cruciaal belang bij de uitvoering van werken op hoogte. Teneinde de veiligheid van de dakwerkers te verzekeren, dient men vanaf het ontwerp van het gebouw of – in het geval van renovatiewerken – vanaf de planning van de werken, de nodige uitrustingen te voorzien om de toegang tot en het onderhoud van het dak veilig te stellen. In navolging van de TV 240, waarin dit onderwerp al kort aangehaald werd, gaan we in dit artikel dieper in op de bevestigingswijze door middel van zogenoemde ladder- of veiligheidshaken.

Een goede keuze en bevestiging van de veiligheidshaken

Alle veiligheids- en toegangsvoorzieningen voor daken zijn onderworpen aan de Bouwproductenverordening (BPV). Bijgevolg moeten de fabrikanten aan de hand van een CE-markering declareren dat hun producten conform zijn aan de technische voorschriften uit deze verordening.

Dit geldt ook voor de veiligheidshaken, waarvoor er verschillende prestatieniveaus van toepassing kunnen zijn. Enerzijds zijn er de multifunctionele haken die vallen onder de norm NBN EN 517. Hiermee is het niet alleen mogelijk om een persoon via een vanglijn

aan zijn veiligheidsharnas vast te maken, maar ook om ladders, sneeuwvangsystemen en bevestigingsrails voor zonnepanelen te fixeren. Anderzijds zijn er de haken die vallen onder de norm NBN EN 795. Deze zijn enkel bestemd voor de bevestiging van de individuele veiligheidsuitrustingen (vanglijnen, harnassen ...).

De door de norm NBN EN 517 geïmplementeerde haken worden in eerste instantie getest onder een statische belasting van 1 ton om te verzekeren dat de blijvende vervorming ter hoogte van de haakuiteinden beperkt blijft (≤ 5 mm). Daarnaast worden ze onderworpen aan een dynamische-belastingsproef (100 kg bij een valhoogte van 2,5 m) teneinde hun doeltreffendheid bij een val van de gebruiker aan te tonen.

De haken die tot het toepassingsgebied van de norm NBN EN 795 behoren, hebben tot doel om de individuele veiligheid te verzekeren. Ze zijn dus niet ontworpen voor een blootstelling aan permanente belastingen. Ook deze haken worden zowel aan een statische (1,2 of 1,8 ton, al naargelang ze uit metaal bestaan of niet) als een dynamische belasting (100 kg bij een valhoogte van 2 m en controle door de belasting na de val op te drijven tot 300 kg) onderworpen. De blijvende vervorming mag in dit geval wel groter zijn dan voor de haken die vallen onder de norm NBN EN 517 (≤ 10 mm).

Beide haaktypes moeten vervangen worden zodra ze een val verhinderd hebben. Dit geldt evenzeer voor hun verankeringen in de draagconstructie.

De normen NBN EN 517 en NBN EN 795 bevatten jammer genoeg slechts weinig informatie omtrent de karakteristieken van de draagconstructie waarin de haken verankerd worden (materiaal, afmetingen, bevestigingspunten ...). Ze geven wel aan

dat de fabrikant de veiligheidsvoorschriften in verband met de uitvoering, de opslag en het onderhoud van zijn producten dient te specificeren. De dakwerker moet deze voorschriften strikt naleven.

Deze technische documentatie en de vaststellingen uit de praktijk hebben ons in staat gesteld om enkele algemene richtlijnen te formuleren, die hieronder uiteengezet worden.

Duurzaamheid van de elementen

De houten elementen (draagconstructie, latten, tengellatten, steunbalken) moeten minstens een verduurzamingsbehandeling van het type A2.1 ondergaan hebben. De metalen elementen (veiligheidshaken, bevestigingsrails ...) dienen op hun beurt beschermd te zijn tegen corrosie (minstens een thermische verzinking met een beschermende coating van meer dan 50 μ m).

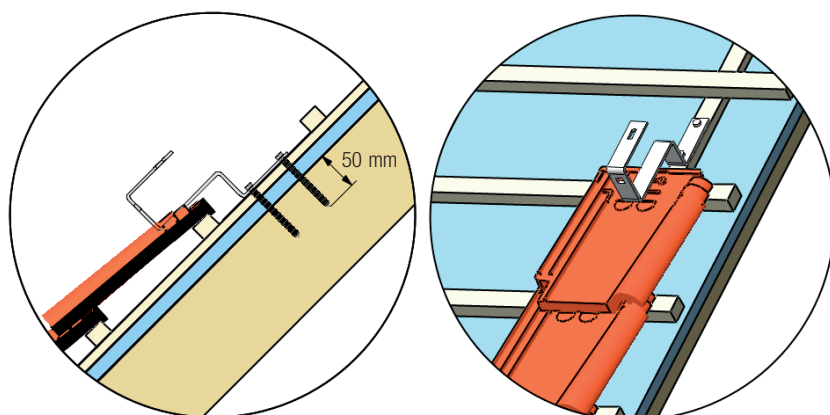
Voorafgaande controle

De afmetingen en de kwaliteit van de draagconstructie moeten geïnfiltreerd worden. Bij nieuwbouw moet het daktimmerwerk bij voorkeur tot de sterkteklasse C18 behoren (S6 in de STS 04).

Bij renovatiewerken dient men het postinterventiedossier te raadplegen om het type en de bevestigingswijze van de gebruikte haken te achterhalen. Er dient eveneens een controle *in situ* te gebeuren. Zo mag het hout waarin de haken verankerd zijn geen zichtbare gebreken zoals kwasten of harszakken vertonen. De schroeven en nagels moeten op hun beurt vrij zijn van corrosie. Ze mogen niet kunnen bewegen in het hout en moeten lang genoeg zijn (zie afbeelding 2). Indien men twijfels heeft over dit laatste aspect, kan men de onderste

1 | Voorbeeld van een veiligheidshaak





2 | Bevestiging van een veiligheidshaak in een keper van minstens 50 mm breed

schroef van één van de haken losdraaien om de lengte ervan te controleren.

Bevestiging in een keper van minstens 50 mm breed

De haken moeten vastgezet worden met behulp van schroeven (minstens twee schroeven met $\varnothing 8$ of vier schroeven met $\varnothing 6$) of nagels (minstens drie ringnagels met $\varnothing 5$ of $\varnothing 6$; gladde nagels zijn uitgesloten). Schroeven bieden het voordeel dat ze gemakkelijker gecontroleerd kunnen worden bij een latere interventie (zie de vorige paragraaf).

De schroeven en nagels moeten voldoende lang zijn. Ze moeten immers minstens 50 mm in de dragende keper verzonken zijn, zonder deze echter te doorboren (zie afbeelding 2).

De diameter van de schroeven en nagels moet beperkt worden om scheurvorming in het hout te vermijden. Hun tussenafstand moet conform zijn aan de gebruiksvoorschriften (minstens vijf keer de diameter indien de uitlijning gebeurt in de richting van de vezels en vier keer indien dit niet zo is).

Sommige fabrikanten stellen bovendien voor om de haken te bevestigen door middel van een doorgaande draadstang met een grotere diameter ($\varnothing 12$) die de keper hetzij van boven naar beneden, hetzij zijdelings doorkruist. Deze oplossing, die bij sommige dakwerkers en opdrachtgevers de voorkeur geniet om veiligheidsredenen, vereist echter een bevestiging op een bredere keper. Deze systemen veroorzaken eveneens grotere perforaties in het onderdak ter hoogte van de haken, wat de waterdichtheid van de constructie in het gedrang kan brengen (voornamelijk bij zijdelings bevestigde bouten).

Bouten die het dakcomplex doorboren, kunnen ook leiden tot punctuele koudebruggen en moeilijkheden bij de plaatsing van het lucht- en dampscherm aan de binnenzijde.

Bevestiging in smallere elementen

De draagconstructie kan opgebouwd zijn uit smallere elementen, met een breedte van minder dan 50 mm (bv. spanten, op kant geplaatste planken of kepers van sandwichplaten). Soms gebeurt het ook dat de voorziene positie van de haak niet overeenkomt met de uitlijning van de kepers of dat de haak een kop heeft die breder is dan de keper.

Voor dergelijke gevallen zijn er verschillende oplossingen op de markt verkrijgbaar. Zo raden de meeste fabrikanten aan om gebruik te maken van een dwars element (bv. een houten plank of een metalen rail, zie afbeelding 3) dat enerzijds toelaat om de haak om het even waar te plaatsen en anderzijds om de belastingen over meerdere structurele

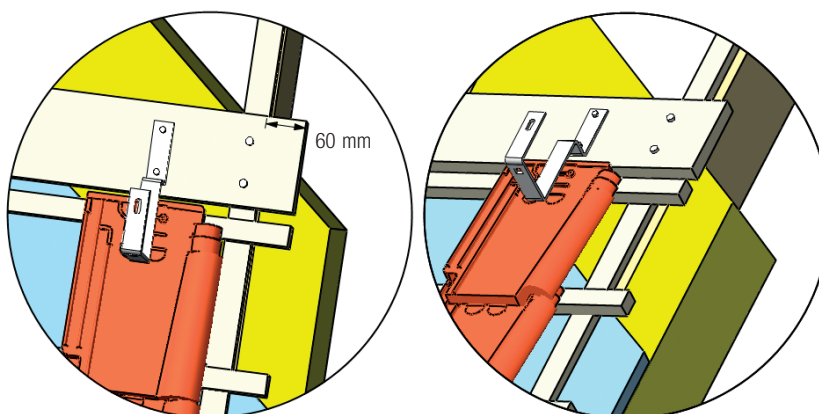
elementen te verdelen (twee of meer kepers of spanten). Indien er geopteerd wordt voor een houten plank, dient deze aan de uiteinden ten opzichte van het structurelelement een oversteek van minstens 60 mm te hebben, om laterale scheurvorming ter hoogte van de haak te vermijden (zie afbeelding 3). Gelet op de geringe breedte van de kepers of spanten waaraan de plank vastgemaakt moet worden, dient de voorkeur uit te gaan naar nagels of schroeven met een kleinere diameter dan deze die in de vorige paragraaf vermeld werden. Zo wordt er aanbevolen om per structureel element gebruik te maken van bijvoorbeeld vijf ringnagels met $\varnothing 3,8$, drie schroeven met $\varnothing 5$ of twee schroeven met $\varnothing 6$. Deze nagels of schroeven moeten minstens 50 mm in het structurele element ingedreven zijn.

Vermits het lastenverdelende element ingewerkt moet worden in de ruimte die bestemd is voor de pannenlatten, moet de dikte ervan hoe dan ook beperkt zijn. De veiligheidshaak kan bijgevolg enkel vastgezet worden door middel van een doorgaande bout, waarvan de moer zich aan de kant van het onderdak bevindt. De haak moet met andere woorden op het lastenverdelende element vastgeschroefd worden alvorens het op de kepers verankerd wordt. Bij geprefabriceerde rails is er meestal een bevestigingssysteem aanwezig waarmee men de bout met één enkele sleutel kan positioneren en aanspannen. |

*D. Langendries, ir., senior projectleider,
afdeling Energie, WTCB*

*B. Michaux, ir., adjunct-afdelingshoofd,
afdeling Gebouwschil en schrijnwerk, WTCB*

*Dit artikel werd opgesteld met de steun van
de DG06, in het kader van de Technologische
Dienstverlening COM-MAT – Matériaux et
techniques de construction durables.*



3 | Bevestiging van een veiligheidshaak in een dwars element



De afwerking speelt een essentiële rol in het behoud van de prestaties van houten buitenschrijnwerk. Niettemin is het noch voor de schilder, noch voor de schrijnwerker vanzelfsprekend om de technische prestaties ervan te achterhalen en aangepaste producten te kiezen. In dit artikel worden de eerste vaststellingen van de recente onderzoeken besproken die hieromtrent gevoerd werden door het WTCB, het TCHN, het CoRI en de UGent. Hoewel deze studies nog niet voltooid zijn, liggen de eerste resultaten ervan wel in dezelfde lijn als enkele heersende opvattingen en leveren ze interessante pistes op met het oog op de classificatie van de duurzaamheid van de afwerkingen.

Prestaties van de afwerkingen voor houten buitenschrijnwerk

Het WTCB heeft de prestaties van vijf beitsen, bestemd voor een toepassing *in situ*, met elkaar vergeleken. Het betrof hier zowel solvent- als watergedragen afwerkingen, die al dan niet over een milieulabel beschikten (bv. Ecolabel). Het TCHN, het CoRI en de UGent hebben op hun beurt de prestaties van twaalf afwerkingssystemen voor gebruik in het atelier beoordeeld. Op enkele solventgedragen primers na, ging het hierbij voornamelijk om watergedragen producten.

De geselecteerde afwerkingen bevatten onder meer de bindmiddelen die men gewoonlijk aantreft in de samenstelling van verven, vernissen of beitsen voor buitenschrijnwerk: acrylaat, alkyd-acrylaat, acrylaat-urethaan en alkyd.

Deze afwerkingen werden aangebracht op diverse houtsoorten die in ons land veelvuldig gebruikt worden. Hun prestaties werden gekarakteriseerd volgens de normenreeks NBN EN 927. Hierbij werd er niet alleen overgegaan tot een beoordeling van de visuele kenmerken en bepaalde technische prestaties (bv. de waterdichtheid) vóór en na kunstmatige en natuurlijke veroudering, maar werd er ook gekeken naar de eventuele veranderingen in de dikte van de afwerkingen.

Impact van de houtsoort

Uit de onderzoeksresultaten blijkt dat de waterdoorlatendheid van de afwerking gewijzigd wordt door het initiële absorptievermogen van het hout. Zo werd er vastgesteld dat de waterdoorlatendheid in aanwezigheid van houtsoorten met een zeer hoog absorptievermogen (bv. eiken of lorken) tot 20 % hoger

ligt dan bij de houtsoorten met een laag absorptievermogen (bv. afzelia of merbau). Dit fenomeen zou logischerwijs beperkt kunnen worden door gebruik te maken van afwerkingen met een betere waterdichtheid. Indien dit niet mogelijk is, zal het hygrische gedrag van het schrijnwerk geconditioneerd worden door de combinatie hout/afwerking.

Prestaties van watergedragen afwerkingen

In tegenstelling tot de heersende opvattingen, hebben de gevoerde onderzoeken uitgewezen dat watergedragen afwerkingen uiterst goede prestaties kunnen opleveren, die vergelijkbaar zijn met deze van hun solventgedragen tegenhangers. Onder de meest performante producten bestaan er bovendien afwerkingen met een Ecolabel, wat aantoont dat het in aanmerking nemen van de ecologische aspecten geen afbreuk hoeft te doen aan de technische prestaties.

Het spreekt echter voor zich dat niet alle watergedragen afwerkingen hetzelfde prestatieniveau vertonen. Zo heeft het CoRI vastgesteld dat er bij acrylaten vaak een chemische aantasting optreedt die te wijten is aan de aanwezigheid van styreen in de verfsamenstelling. In voorkomend geval zou de voorkeur dus moeten uitgaan naar bindmiddelen die zo min mogelijk styreen bevatten.

In het algemeen blijft het moeilijk om zonder voorafgaande proef uit te maken welke de meest performante producten zijn. Dit geldt des te meer voor de aannemers aangezien er hieromtrent in de technische fiches slechts weinig gegevens opgenomen zijn.

stelling dat dikkere afwerkingen duurzamer zijn. Uit de gevoerde onderzoeken is evenwel gebleken dat dit niet het geval is en dat de dikte niet de enige parameter is die in aanmerking genomen moet worden.

De metingen die uitgevoerd werden tijdens de kunstmatige verouderingscycli hebben echter wel aangetoond dat de duurzaamheid nauw verbonden is met de erosie, d.w.z. de snelheid waarmee de dikte afneemt. Op basis van dit criterium konden er vier categorieën van afwerkingen onderscheiden worden:

- groep 1: afwerkingen die gekarakteriseerd worden door een zwakke erosie aan het begin van de proef
- groep 2: afwerkingen waarbij de erosie zwak is, maar wel op constante wijze optreedt gedurende de hele proef
- groep 3: afwerkingen waarbij er een progressieve verwerking optreedt, die op termijn tot een aanzienlijke erosie leidt
- groep 4: afwerkingen die vanaf het begin van de veroudering een aanzienlijke en snelle erosie vertonen, die zich gedurende de proef verderzet.

Deze resultaten moeten nog verder aangevuld worden, onder meer met een correlatie met een natuurlijke verouderingsproef. Hierdoor zou het immers mogelijk moeten worden om de duurzaamheid in jaren uit te drukken. Op termijn zouden voornoemde categorieën ook in de technische fiches van de afwerkingen opgenomen kunnen worden met het oog op hun selectie in functie van de gewenste duurzaamheid en de periodiciteit van het onderhoud. ■

E. Cailleux, dr., WTCB

I. Wuijters, ir., en H. Coppens, dr. ir., TCHN

H. Dedeurwaerder, dr. wet., CoRI

I. De Windt, lic., en J. Van Acker, prof. dr. ir., UGent

Duurzaamheid van de afwerkingen

Men zou kunnen uitgaan van de veronder-

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Technologische Dienstverleningen Suremat en COM-MAT, gesubsidieerd door het Waalse Gewest.



Via de WTCB-Mail (zie www.wtcb.be) blijft u op de hoogte van de verschijning van de lange versie van dit artikel: WTCB-Dossiers 2015/2.7



De automatisatie van de ramen en deuren kan de toegankelijkheid en het gebruikscomfort van gebouwen sterk ten goede komen. Schrijnwerk kan op verschillende manieren geautomatiseerd worden. Zo bestaan er tegenwoordig niet alleen aandrijvingssystemen voor deuren, maar ook voor draaikipramen en schuiframen. De gebruiksveiligheid moet echter te allen tijde verzekerd blijven, zowel onder normale omstandigheden als bij te voorzien verkeerd gebruik. Dit geldt met name voor personen met een beperking, ouderen of kinderen, met andere woorden gebruikers die extra kwetsbaar zijn. Dit artikel – dat de voorbode is van een uitgebreid rapport over dit onderwerp – gaat dieper in op het veiligheidsaspect van opendraaiende aangedreven voetgangersdeuren.

Aangedreven voetgangersdeuren, enkel een kwestie van toegankelijkheid?

1 Regelgeving

Aangedreven voetgangersdeuren moeten beantwoorden aan de fundamentele voorschriften uit de Machinerichtlijn (2006/42/CE) en voorzien worden van een CE-markering. Voor de fabrikant van de deur houdt dit in dat hij aan de hand van een risicoanalyse moet bepalen welke voorschriften uit voornoemde richtlijn hij precies in acht dient te nemen enerzijds en of zijn deur hier inderdaad mee in overeenstemming is anderzijds.

Op Europees niveau is er echter ook de norm NBN EN 16005 'Automatische deuren voor voetgangers. Gebruiksveiligheid. Eisen en beproevingsmethoden'. Het gaat hier om een norm van het type C volgens de norm NBN EN ISO 12100. Dit impliceert dat wanneer de deur binnen het toepassingsdomein van deze norm valt en de fabrikant kan aantonen dat ze beantwoordt aan de hierin geformuleerde eisen, men ervan mag uitgaan dat de deur ook in overeenstemming is met de fundamentele eisen van de Machinerichtlijn. Dit ontslaat de fabrikant (*) dus van de verplichting om een afzonderlijke risicoanalyse uit te voeren.

2 Veiligheidsrisico's en aandachtspunten

Het gebruik van aangedreven opendraaiende voetgangersdeuren is niet zonder gevaar. Voor een volledig overzicht van alle risico's verwijzen we naar annex J van de norm NBN EN 16005. Hieronder zetten we een aantal van deze risico's op een rijtje en illustreren we enkele beschermingsmaatregelen.

(*) De fabrikant kan in bepaalde omstandigheden ook een installateur zijn. Voor meer details hieromtrent, zie de Normen-Antenne Manueel bediende en aangedreven gevelelementen op www.normen.be.

2.1 Beknelling

Zowel bij het opendraaien als bij het sluiten van de deur dient men rekening te houden met een risico op beknelling van het lichaam of bepaalde lichaamsdelen. Dit risico kan beperkt worden door:

- te zorgen voor een voldoende grote afstand tussen de deur en de wand (zie afbeelding)
- de gevarenczones af te schermen (bv. vin-gerbescherming)
- de impact bij contact met de deur te minimaliseren (de kracht ter hoogte van de deurrand aan de sluitzijde zou beperkt moeten blijven tot maximaal 67 N en de kinetische energie van de deur in beweging tot 1,69 J)
- de deur gedeeltelijk of volledig uit te rusten met drukgevoelige (PSPE) of elektrogevoelige sensoren (ESPE).

2.2 Contact met het deurblad

Door het gebruik van voornoemde elektrogevoelige sensoren kan ieder rechtstreeks contact tussen het deurblad en de gebruiker vermeden worden. De deur zal immers tot stilstand komen van zodra de sensoren een beweging of obstakel detecteren. De deur moet ook over een voldoende lange openingstijd beschikken voordat ze weer dichtgaat. In deze context moet er eveneens goed nagedacht worden over de positie van het bedieningsmechanisme van de deur.

2.3 Brand en stroomuitval

Bij stroomuitval of in noodsituaties moet de deur (manueel) bedienbaar blijven en zichzelf ontgrendelen (*fail safe*). De noodzakelijke bedieningskrachten kunnen in dergelijke situaties wel groter zijn en dus niet haalbaar blijken voor personen met een beperking.

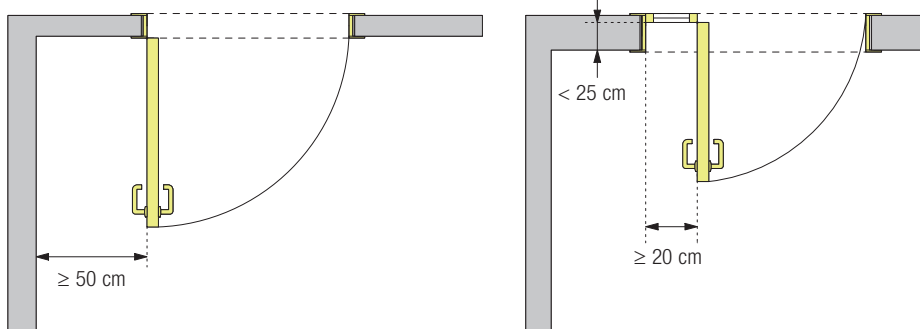
2.4 Aangepast slot

Het slot van een aangedreven deur moet automatisch ontgrendeld worden als de deur geactiveerd wordt. Afhankelijk van het type deur, zal men dus een motorslot of een elektrische sluitplaat moeten voorzien. Krukbediende solenoïdesloten mogen niet gebruikt worden in combinatie met aangedreven deuren.

S. Danschutter, ir.-arch., projectleider, laboratorium Duurzaam ontwikkeling, WTCB
E. Kinnaert, ir., projectleider, laboratorium Dak- en gevelelementen, WTCB

Dit artikel werd opgesteld met de medewerking van de TD Duurzaam bouwen en duurzame ontwikkeling in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en de Normen-Antenne Manueel bediende en aangedreven gevelelementen.

Afstand die minimaal voorzien moet worden om beknelling van lichaamsdelen te voorkomen (volgens NBN EN 16005)



Het optreden van schimmelvlekken is letterlijk een teken aan de wand. Deze ongewenste micro-organismen tasten namelijk niet alleen de onderliggende materialen aan, maar kunnen eveneens gezondheidsproblemen veroorzaken. Daarom is het van cruciaal belang om over te gaan tot een correcte saneringsbehandeling. Dit artikel, dat een inleiding vormt op de toekomstige TV 'Schimmels: oorzaken, diagnose en sanering', bespreekt hoe men hiervoor te werk moet gaan en gaat dieper in op de voornaamste aandachtspunten.

Schimmelsanering in woningen

Basisprincipes

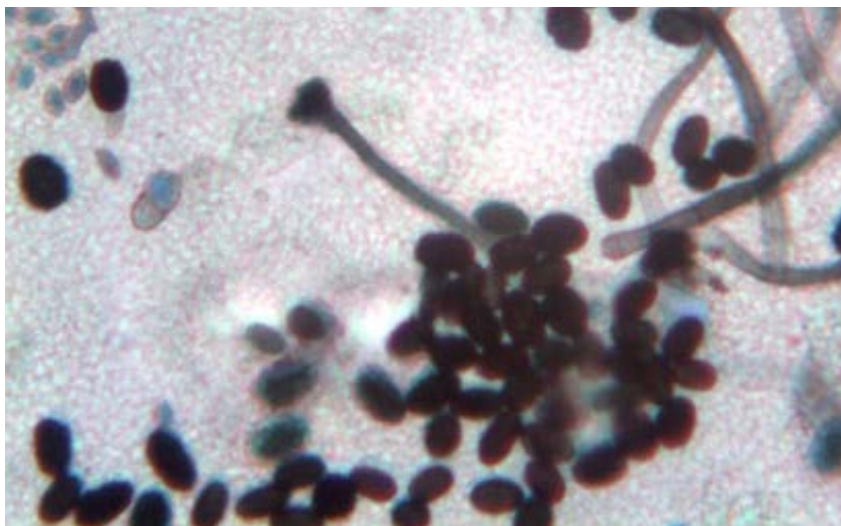
Schimmels zijn micro-organismen die veel schimmelfragmenten, schimmelsporen en bijproducten (MVOC's*) vrijzetten in onze binnenlucht en die een gevaar kunnen vormen voor de gezondheid van de bewoners. Door gecontamineerde materialen weg te nemen enerzijds en de materialen die ter plaatse blijven correct te reinigen anderzijds, tracht men de schimmelbelasting in ons binnenmilieu terug te brengen tot een aanvaardbaar niveau.

Door reeds bij de eerste visueel waarneembare schimmelgroei te reinigen, tracht men de besmetting aan het oppervlak te beperken. Ingrepen waarbij de schimmel aan het oog onttrokken wordt, zoals het plaatsen van voorzetwanden en het behangen of overschilderen van de probleemzone, zijn te vermijden. Dergelijke interventies creëren immers een besloten zone, waarin schimmels zich verder ontwikkelen.

Voordat men de schimmelvlekken begint te reinigen, moet men de precieze oorzaak ervan achterhalen. Als ze te wijten zijn aan vocht, dient men de vochtbron(nen) te elimineren. Indien dit niet gebeurt, zal de schimmel immers terugkomen. De sleutel tot een succesvolle sanering ligt dus bij het oplossen van de vocht oorzaak en het verwijderen of – indien mogelijk – correct reinigen van de aangetaste materialen.

De te hanteren saneringsmethode is enerzijds afhankelijk van de omvang van de aantasting en anderzijds van de aard van de onderliggende materialen (zie afbeelding 2):

- indien de aantasting beperkt is tot een klein à middelgroot oppervlak, kan men zelf tot actie overgaan. Bij schimmelgroei op grote schaal (> 3 m²) doet men daarentegen best een beroep op een firma die gespecialiseerd is in dergelijke problemen



1 | Schimmelstructuur onder de microscoop (x 400)

- wat de aard van de materialen betreft, speelt de porositeit een belangrijke rol:
 - gelet op het feit dat de schimmels in dit geval kunnen doordringen tot in de poriën, is de schade bij poreuze materialen (bv. gipskartonplaten, behangpapier ...) vaak veel omvangrijker dan deze die men met het blote oog kan waarnemen. Van zodra het beschimmelde oppervlak groter wordt dan 0,5 m², is er bovendien een reëel gevaar voor doorgroei naar de onderliggende lagen. Aangetaste poreuze materialen worden bijgevolg beter verwijderd
 - bij niet-poreuze materialen (bv. beton, keramische tegels ...) treedt er enkel schimmelgroei op aan het oppervlak, waardoor een reiniging voldoende is
 - semi-poreuze materialen (bv. pleister, panelen ...) moeten op hun beurt onderworpen worden aan een grondige inspectie om na te gaan of er al dan niet sprake is van doorgroei en om te bepalen of een loutere reiniging tot de mogelijkheden behoort.

Aandachtspunten

Schimmelvlekken zijn bedekt met microscopisch kleine sporen (zie afbeelding 1) die zich gemakkelijk vrijzetten en met de lucht laten meevoeren. Bij de verstoring van droge schimmelvlekken, komt er een wolk van sporen en schimmelfragmenten in de binnenlucht terecht, die zich in de rest van de woning kan verspreiden. Tijdens de sanering dient men dan ook de nodige voorzieningen te treffen om de besmetting van de andere ruimten tot een minimum te herleiden. Zo strekt het tot aanbeveling om elke vorm van luchtcirculatie binnen het gebouw te vermijden en de betrokken ruimten enkel te verluchten door de buitenramen of buitendeuren open te zetten.

Aangezien de uitvoerder tijdens de sanering blootgesteld kan worden aan hoge concentraties schimmels en schimmelsporen, is het noodzakelijk dat hij zich voldoende beschermt door gebruik te maken van een geschikt masker (FFP3), handschoenen en beschermende kledij.

(*) Dit zijn vluchtige organische stoffen van microbiële oorsprong.



Het is eveneens aangeraden om al het overbodige, niet-beschimmelde huisraad (bv. meubels, bedlinnen, knuffels ...) vóór de aanvang van de sanering uit de ruimte te verwijderen. Wat toch blijft staan tijdens de behandeling moet nadien onderworpen worden aan een vochtige oppervlaktereining (ontstoffing).

Gecontamineerd materiaal dat niet gereinigd kan worden, moet vóór de verdere reiniging uit het gebouw verwijderd worden. Om het vrijkomen van sporen te beperken, moet het materiaal vooraf bevochtigd worden. Het gebruik van technieken die aanleiding geven tot een sterke stofvorming is in deze context uit den boze. Het aldus gegenereerde afval moet – vóór het verlaten van de ruimte – hermetisch verpakt worden in een plastic zak. Voor het storten van beschimmeld materiaal bestaat er vooralsnog geen specifieke regelgeving.

De reiniging van de beschimmelde oppervlakken gebeurt best met een spons of een doek en met water en detergent. Hierbij dient men erop te letten dat het materiaal niet overvloedig bevochtigd wordt. Om de verspreiding van schimmels in de lucht te beperken, dient men op een zachte manier te werk te gaan en het behandelde materiaal na te spoelen met proper water.

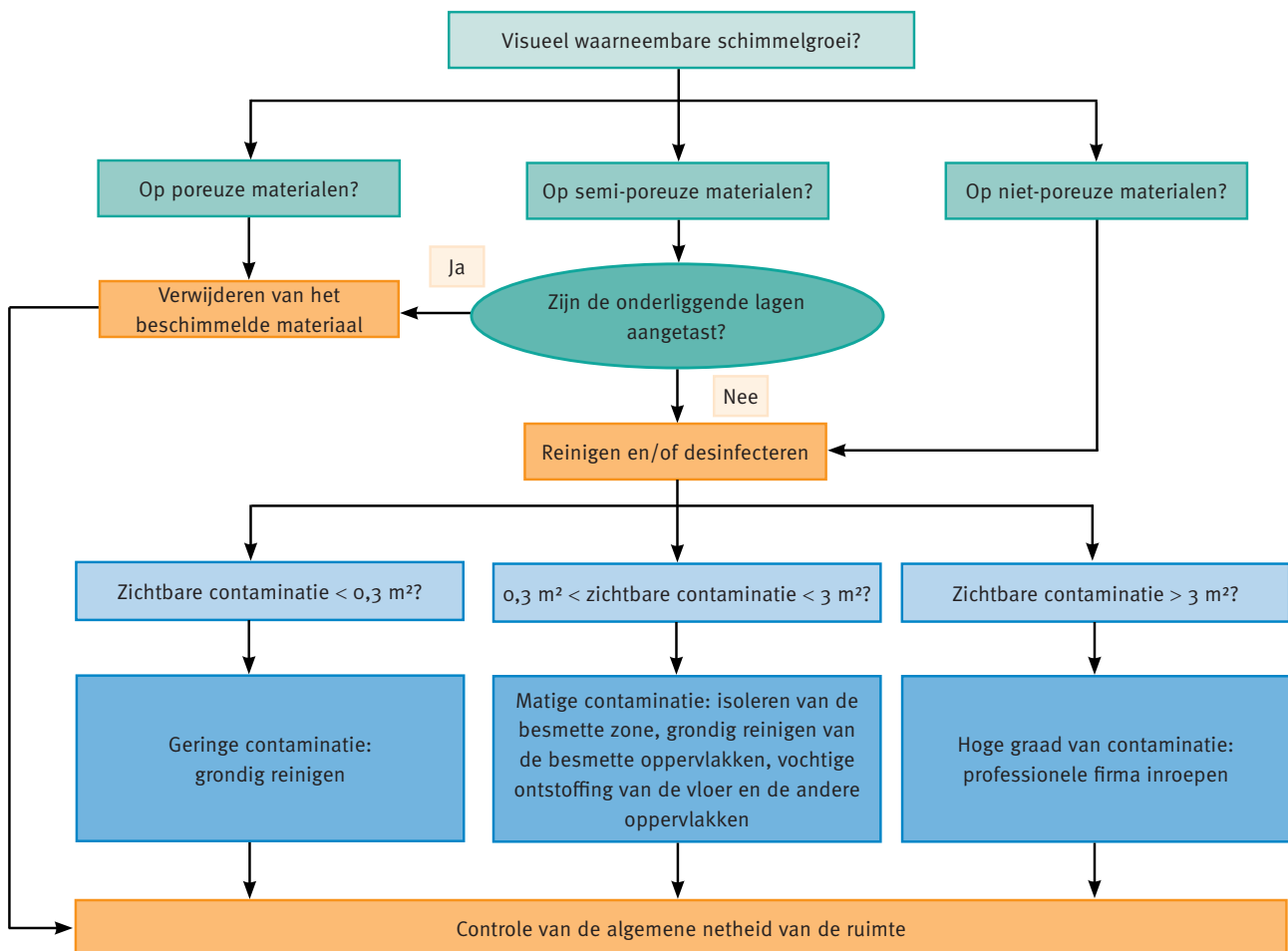
Indien de vlek niet of onvoldoende verdwijnt, kan men na deze initiële reiniging gebruikmaken van een verdunde bleekwateroplossing (meestal huishoudjavel in water). De in acht te nemen verdunning – meestal één deel chloor voor vier delen koud water – wordt aangegeven door de fabrikant. Na een inwerktijd van maximum 15 minuten moeten de oppervlakken nagespoeld worden met water. Ook in dit geval dient men erop te letten dat het materiaal niet overvloedig bevochtigd wordt. Deze bijkomende reiniging

kan de herontwikkeling van schimmels aan het oppervlak vertragen.

Het gebruik van apparatuur onder druk is af te raden. Om het oppervlak vrij te maken van schimmelfragmenten en sporen, kan er echter wel een stofzuiger ingezet worden, die minstens uitgerust is met een HEPA H14-filter. Stofzuigers zonder een dergelijke HEPA-filter zijn uitgesloten, omdat deze aanleiding geven tot een massale schimmelverspreiding in de binnenlucht.

Hardnekkige schimmelvlekken vereisen vaak opeenvolgende schoonmaakbeurten om tot een aanvaardbaar en blijvend resultaat te komen. Pas na droging van de materialen kan er opnieuw een afwerkingslaag aangebracht worden.

K. Dinne, ing., laboratoriumhoofd, laboratorium Microbiologie en gezondheid, WTCB



2 | Schematische weergave van het saneringsprotocol

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Technologische Dienstverlening COM-MAT, gesubsidieerd door het Waalse Gewest.

Door het toenemende gebruik van gelaagd glas met een PVB-folie stijgt ook het aantal vragen omtrent de witachtige verkleuring ervan en de vorming van een 'varenstructuur' aan de glasranden. Dit artikel bespreekt kort de mogelijke oorzaken van deze fenomenen en gaat dieper in op de belangrijkste oplossingen hiervoor. Het is niet de bedoeling om een exhaustieve opsomming te maken van alle problemen die kunnen optreden bij dit glastype, maar wel om de vragen te behandelen die het vaakst voorgelegd worden aan de ingenieurs van de afdeling Technisch advies van het WTCB.

Problemen bij gelaagd glas met een PVB-folie

Mogelijke oorzaken

In dit artikel wordt er een onderscheid gemaakt tussen de volgende twee schadegevallen: de witachtige verkleuring of het ondoorzichtig worden van de PVB-folie enerzijds (zie afbeelding 1) en de vorming van een 'varenstructuur' aan de glasranden anderzijds (zie afbeelding 2).

Het optreden van een witachtige verkleuring is te wijten aan het feit dat PVB-folies ondoorzichtig worden wanneer ze in contact komen met vocht en/of bepaalde onverenigbare bestanddelen (zoals lijmen en/of kisten). Indien de verkleuring vochtgerelateerd is, is het fenomeen gewoonlijk deels omkeerbaar. Zo stellen we vaak vast dat de beglazing tijdens de droging een groot deel van haar doorzichtigheid terugkrijgt. Een ondoorzichtige zone die zich uitstrekt tot op zo'n 25 mm van de glasrand is evenwel nooit uitgesloten en wordt in de regel aanvaard.

De vorming van een 'varenstructuur' is dan weer het gevolg van de onomkeerbare en onaanvaardbare delaminatie van de PVB-folie. Dit fenomeen kan te wijten zijn aan een langdurig contact met vocht of bepaalde onverenigbare bestanddelen of kan veroorzaakt worden door een differentiële beweging tussen de glasbladen. Deze beweging is meestal toe te schrijven aan de niveauverschillen tussen de glasbladen en/of aan het gebrekkig opspannen van de beglazing. Wanneer het gewicht van de beglazing niet gelijkmatig over de steunblokken verdeeld is, zal het totale gewicht immers opgenomen worden door één of meerdere glasbladen, wat kan resulteren in een afschuiving ter hoogte van één of meerdere PVB-folies. Dit probleem treft men voornamelijk aan bij zeer zware beglazingen zoals grote volumes kogelvrijglas die in een sponning geplaatst zijn.

Oplossingen voor deze problemen

De witachtige verkleuring aan de glasranden kan beperkt worden door een goede afwatering te voorzien en ervoor te zorgen dat de PVB-folie

niet in contact kan komen met onverenigbare kisten en/of lijmen (bv. zure siliconen). We willen er niettemin op wijzen dat een lichte verkleuring, zelfs bij het gebruik van neutrale siliconen, nooit volledig uit te sluiten valt. Bij een gelaagde beglazing die zich aan de buitenzijde van het gebouw bevindt (bv. bij gebruik als borstwering), strekt het bovendien tot aanbeveling om de bovenrand te beschermen door middel van een profiel. Voor de zijranden en de onderrand is dit niet noodzakelijk, maar wanneer men er toch voor opteert om ze van profielen te voorzien, moeten deze laatste correct afgewaterd worden. Ook bij glazen vloertegels die de scheiding vormen tussen de buiten- en de binnenomgeving is een witachtige verkleuring moeilijk te vermijden. De afwatering van de sponning kan immers enkel naar binnen toe gebeuren, wat verklaart waarom de uitvoering ervan dikwijls achterwege gelaten wordt. In voorkomend geval stagneert het water ter hoogte van de PVB-folie en leidt aldus tot het ondoorzichtig worden ervan.

Om de vorming van een 'varenstructuur' te vermijden, dient men de gebeurlijke niveauverschillen aan de onderzijde van de glasbladen weg te werken. Indien er toleranties met betrekking tot de uitlijning van de randen van de verschillende glasbladen bestaan, stelt de TV 214 voor dikke (> 34 mm) of zware (> 100 kg) gelaagde beglazingen dat de rand waarop de plaatsing dient te gebeuren, afgeslepen moet zijn. Men dient

eveneens gebruik te maken van steunblokken uit kunststof met een toereikende hardheid, waarvan de breedte minstens gelijk is aan de glasdikte en de lengte bepaald wordt volgens de TV 221 (met een minimum van 50 mm).

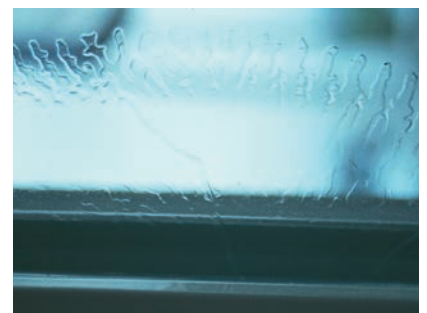
Besluit

Als gevolg van het toenemende gebruik van gelaagd glas wordt men alsmaar vaker geconfronteerd met fenomenen zoals de witachtige verkleuring van de PVB-folie of de vorming van een 'varenstructuur' aan de glasranden. Deze problemen kunnen aanzienlijk beperkt worden door een directe blootstelling van de randen aan vocht te vermijden en door erop toe te zien dat de PVB-folies niet in contact kunnen komen met onverenigbare producten. Het feit of hun producten al dan niet verenigbaar zijn met gelaagd glas, moet door de fabrikanten gedeclareerd worden in de technische fiches. Indien er hieromtrent geen nadere informatie gegeven wordt, is het beter de betreffende producten niet te gebruiken. Wanneer het gelaagde glas toegepast wordt in een vochtige omgeving, is een zeer lichte verkleuring tot op een zekere afstand van de glasranden nooit volledig uit te sluiten. I

L. Lassoie, ing., adjunct-departementshoofd,
departement Communicatie en beheer, WTCB
F. Caluwaerts, ing., hoofdadviseur,
afdeling Technisch advies, WTCB



1 | Witachtige verkleuring, te wijten aan het contact met een onverenigbaar lijm (bovenrand) en vocht (zijranden)



2 | Vorming van een 'varenstructuur'



Dankzij de huidige technologieën is het mogelijk om alsmäär dunner en grotere keramische tegels te produceren die zowel gebruikt kunnen worden voor vloeren als voor wanden. Zoals reeds aangehaald werd in het WTCB-Dossier 2014/1.2, vergt de plaatsing van zulke tegels echter bijzondere aandacht. In dit artikel gaan we daarom dieper in op een aantal bijzondere aspecten zoals de manipulatie, het versnijden, de verlijmings-techniek en de voegen ervan.

Plaatsing van dunne XL- en XXL-tegels

Toepassingsgebied en normatief kader

Onder de term 'dunne' tegels verstaan we tegels waarvan de dikte begrepen is tussen 3 en 6 mm. Voor wat het onderscheid tussen XL- en XXL-tegels betreft, baseren we ons dan weer op de definitie die gehanteerd wordt door de Europese tegelzettersfederatie (EUF): XL-tegels hebben een oppervlakte van 1 m² of meer terwijl XXL-tegels een oppervlakte van minstens 3 m² vertonen.

Ondanks het feit dat dunne XL- en XXL-tegels wel degelijk binnen het toepassingsgebied van de productnorm NBN EN 14411 vallen, zijn er voor de beoordeling van een aantal van hun producteigenschappen (bv. buigsterkte, schokweerstand) andere eisen en beproevingstechnieken nodig. Daarom wordt er momenteel op internationaal vlak gewerkt aan twee referentie-documenten voor dit tegeltype: een technisch rapport over de plaatsing (ISO/DTR17870-2) en een productnorm (ISO/TC 189 N305) waarvan de voorlopige bijlage ook een richtlijn voor de plaatsing bevat.

Hoewel men voor de plaatsing van dunne XL- en XXL-tegels in feite net dezelfde principes dient te hanteren als voor andere tegelwerken (vlakheidstoleranties, niveauverschillen, rechtlijnigheid van de voegen; zie hiervoor de TV 237), willen we in dit artikel toch wat dieper ingaan op de manipulatie, het versnijden, de verlijmingstechniek en de voegen ervan. Ook de analyse van de bouwplaats mag in deze context niet vergeten worden.

Analyse van de bouwplaats

Bij de analyse van de bouwplaats dient men de volgende aspecten na te gaan:

- de ondergrond dient minstens te voldoen aan de vlakheidstoleranties van klasse 1 (strengere uitvoering). Dit betekent dat de vlakheidsafwijkingen beperkt moeten blijven tot 3 mm onder de lat van 2 m. Indien nodig, moet er vóór de plaatsing van de

tegels een egaliseerproduct en een geschikt voorstrijkmiddel aangebracht worden

- de tegels moeten zonder breuk tot in de te betegelen ruimte gebracht kunnen worden. Dit vergt een voorafgaande controle van de breedte van de gangen en de deuropeningen en het gebruik van specifieke hulpmiddelen zoals tilvoorzieningen en transportbokken
- de positie van de referentietegel (d.i. de eerste te leggen tegel) dient aangegeven te worden op een legplan, waarvan de technisch-praktische haalbaarheid vóór de aanvang van de werken aan een controle onderworpen wordt.

Manipulatie en versnijding van de tegels

Het manipuleren en het plaatsen van dunne XL- en XXL-tegels dient met de nodige omzichtigheid te gebeuren. Hiertoe kan men onder meer gebruikmaken van al dan niet verstelbare manipulatiekaders met zuignappen (bij voorkeur met een vacuümpomp). Ook voor het versnijden van de tegels is er specifiek materieel beschikbaar: tegelsnijders, glassnijders, handslijpschijven, geleide cirkelzagen met waterkoeling ...

Plaatsingstechniek

De enige geschikte plaatsingstechniek voor dunne XL- en XXL-tegels is de dubbele verlijming (*floating-buttering*). Hierbij wordt er gewoonlijk gebruikgemaakt van een mortel-lijm van het type C2 S1 of C2 S2, al dan niet met bijkomende eigenschappen (F, T en E; zie hiervoor de TV 237). Men dient er hoe dan ook de technische fiche van de lijm op na te slaan om zekerheid te krijgen omtrent het toepassingsgebied ervan.

De lijm wordt zowel aangebracht op de ondergrond als op het legvlak van de tegel. Het kammen van de lijm dient bij voorkeur rechtlijnig te gebeuren (zie afbeelding). De tegelzetter dient er bij de plaatsing voor te

zorgen dat de lijmrillen van de ondergrond en de tegel zich in dezelfde richting bevinden en de tegel correct ingeschoven kan worden met een heen- en weerbeweging, loodrecht op de lijmrillen.

Ten slotte moeten de tegels met een rubberen voegspaan beslagen worden van het midden naar de randen toe om de lijmrillen plat te drukken en het aantal luchtinsluitingen tot een minimum te beperken (streven naar een contactoppervlak van 100 % en een optimale lijmverdeling). Aangezien het niet eenvoudig is om een contactoppervlak van 100 % te realiseren en zulke dunne tegels zeer gevoelig zijn voor schade door pons, worden keramische tegels met een dikte van minder dan 5 mm bij voorkeur voorbehouden voor wanden.

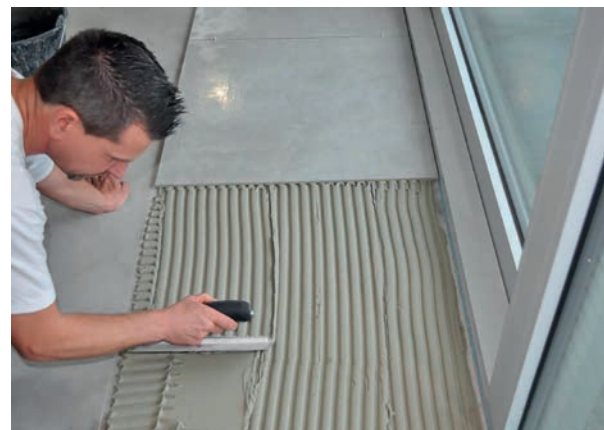
Voegen

Hoe groter de tegels, hoe minder voegen er in het betegelde oppervlak zullen voorkomen. De voegbreedte moet minstens gelijk zijn aan het dubbel van de dimensionale tolerantie op de tegelafmetingen met een minimum van 3 mm. Ten slotte strekt het tot aanbeveling om gebruik te maken van een verbeterde voegmortel van het type CG2, die volgens zijn technische fiche geschikt is voor dit toepassingsgebied. **I**

T. Vangheel, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Ruwbouw- en afwerkingsmaterialen, WTCB

Dit artikel kwam tot stand in samenwerking met Fecamo, de Normen-Antenne Afwerkingen, het IWT-project Innoveren met tegels en de Technologische Dienstverlening COM-MAT.

Het kammen van de lijm moet bij voorkeur rechtlijnig gebeuren.



Het gebruik van verankerde buitenbekledingen uit natuursteen vormt al vele jaren een gewaardeerde esthetische oplossing om gevels af te werken. De eisen waaraan bouwsystemen met een dergelijk afwerkingstype moeten voldoen, zijn echter velerlei. De windweerstand maakt hier deel van uit ...

Bevestiging van gevelbekledingen uit natuursteen: belang van de deuveweerstand

Context

Sinds enkele jaren krijgt de afdeling Technisch advies van het WTCB regelmatig vragen voorgelegd omtrent het gebruik van weinig compacte natuursteen (wat min of meer overeenstemt met zachte natuursteen) met een dikte van minder dan 4 cm als verticale verankerde bekleding (vooral bij hoge gebouwen). Met uitzondering van de in herziening zijnde TV 146 bestaan er in ons land tegenwoordig geen aanbevelingen over dit onderwerp.

In dit artikel zullen we echter zien dat de windweerstand van deze toepassing wel degelijk geverifieerd kan worden in functie van de mechanische karakteristieken van de natuursteen en de montagemethode, meer bepaald volgens een op de Eurocodes geïnspireerde dimensioneringsmethode.

De bevestiging van gevelbekledingen uit natuursteen kan gebeuren volgens verschillende procedés:

- met mechanische verankeringen die vastgeschroefd worden op de basisstructuur
- met verankeringen die vastgezet worden in een mortellaag
- door bevestiging op een hulpstructuur.

In dit artikel spitsen we de aandacht toe op de mechanische sterkte van het systeem dat in ons land het vaakst toegepast wordt: de fixatie van de natuursteen met deuvels (pennen) en vastgeschroefde mechanische verankeringen (zie naaststaande afbeelding). Bij dit systeem moet er een voldoende brede horizontale voeg uitgevoerd worden om te vermijden dat het eigengewicht van de stenen van de ene steen aan de andere zou doorgegeven worden. Andere bevestigingssystemen op de markt, zoals het gebruik van over de lengte verdeelde clips, vallen buiten de scope van dit artikel.

De controle van de mechanische sterkte van het systeem kan gebeuren volgens de principes uit de Eurocodes. Hierbij wordt er onder meer gebruikgemaakt van karakteristieke vari-

abelen voor de beschrijving van de belastingen en de weerstanden en worden er veiligheidscoëfficiënten op deze variabelen toegepast om de kosten te beheersen zonder afbreuk te doen aan de betrouwbaarheid en veiligheid van de gekozen steen-bevestigingscombinatie.

Wat de belastingen betreft, zijn het eigengewicht van de natuursteen en de windbelasting (W_d) de belangrijkste parameters. Er zijn echter nog talloze andere effecten die in aanmerking genomen moeten worden (klimatologische belastingen, belastingen door inslag, thermische schokken, trillingen, seismische belastingen ...).

De mechanische sterkte van verankerde gevelbekledingen uit natuursteen moet op verschillende niveaus geverifieerd worden (zie afbeelding):

- 1: weerstand van de schroef in de basisstructuur
- 2: weerstand van de mechanische verankering
- 3: weerstand van de draadstang
- 4: buigsterkte van de natuursteen loodrecht op de gevel
- 5: de deuvelweerstand van de natuursteen.

Vermits de punten 1 tot 3 gewoonlijk gecontroleerd worden door de leveranciers van dit

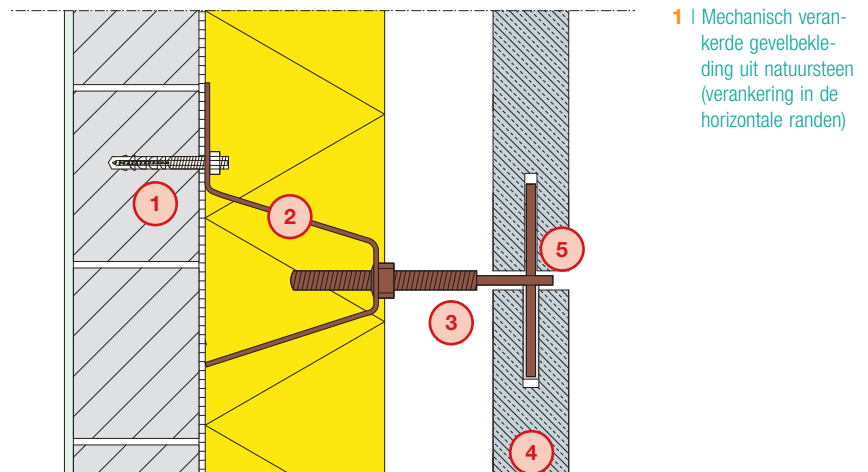
verankeringsstype (waarvan er sommige over een technische goedkeuring beschikken), spitsen wij de aandacht toe op de punten 4 en 5 die verband houden met de natuursteen.

De buigsterkte van de natuursteen moet gedeclareerd worden door de producent, overeenkomstig de CE-markering volgens de norm NBN EN 1469. Ze kan beoordeeld worden volgens de proefnorm NBN EN 12372.

De deuvelweerstand kan op zijn beurt beoordeeld worden volgens de norm NBN EN 13364, maar deze waarde hoeft niet noodzakelijk gedeclareerd te worden in de CE-markering. Wanneer men een gevelbekleding uit dunne natuursteen wenst aan te brengen, zal men dan ook moeten nagaan of deze informatie beschikbaar is of proeven moeten laten uitvoeren om te checken of de steen wel degelijk geschikt is voor het beoogde gebruik.

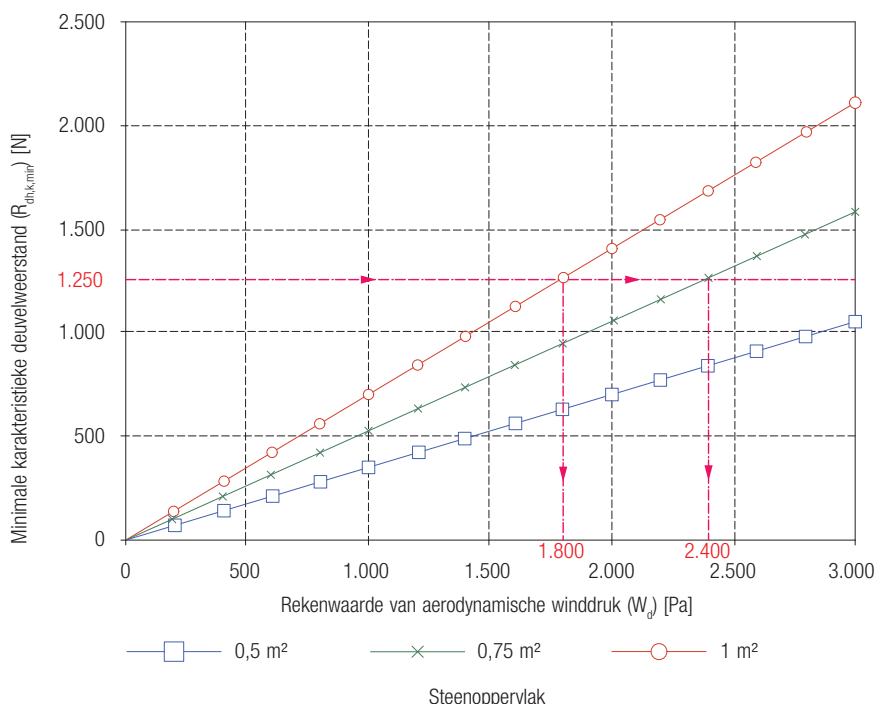
Dimensioneringsprincipe

De controle van de windbelasting die via de natuursteen aan de deuvels doorgegeven wordt, omvat drie stappen: eerst dient men de windbelasting te berekenen, vervolgens de buigsterkte van de natuursteen te controleren en ten slotte na te gaan of er geen breuk kan





2 | Minimale waarde van de karakteristieke deuvewelstand in functie van het steenoppervlak



Rekenwaarde van de winddruk W_d [Pa] voor $v_{b,0} = 25$ m/s (bv. het Brusselse Gewest)

Ruwheidscategorie van het terrein (*)	Gebouwhoogte		
	10 m	30 m	60 m
I	1.622	1.874	2.232
II	1.379	1.647	2.033
III	968	1.239	1.637
IV	612	863	1.196

(*) Volgens de norm NBN EN 1991-1-4 (Eurocode 1, deel 4)

optreden ter hoogte van de deuvels. In dit artikel ligt de nadruk op dit laatste aspect.

Controle van de deuvewelstand van de natuursteen

Gewoonlijk worden er vier deuvels per plaat voorzien die in de horizontale of verticale randen aangebracht worden. We willen erop wijzen dat de intensiteit van de krachten die door de verschillende deuvels opgenomen worden nooit dezelfde is. Dit is toe te schrijven aan de grote stijfheid van de platen en de uitvoeringstoleranties. Uit de krachtenverdeling onder een gelijkmatig verdeelde belasting loodrecht op het steenoppervlak (S) blijkt dat de windbelasting slechts doorgegeven wordt aan twee deuvels (één in elke rand). Dit gebeurt tegelijkertijd en met dezelfde amplitude. De steen moet dus zodanig gedimensioneerd worden dat elk van de deuvels in staat is om de helft van de windbelastingen ($W_d/2$) op te nemen.

De karakteristieke deuvewelstand van de steen ($R_{dh,k}$) (in de proefnorm aangeduid als de 'minimaal te verwachten waarde') moet volgens de benadering uit de Eurocodes eveneens gedeeld worden door een veiligheidscoëfficiënt met het oog op de bepaling van de rekenwaarde $R_{dh,d} = R_{dh,k}/\gamma_{dh}$. Volgens de huidige stand van de kennis, lijkt het aangewezen om γ_{dh} gelijk te stellen aan 1,40. Deze waarde kan echter verlaagd worden door een precieze analyse uit te voeren van het bezwijkingsmechanisme ter hoogte van de deuvels (herhaalde breuk). Dit geldt met name wanneer de variatiecoëfficiënt van de resultaten van de deuvewelstandsproef $\geq 30\%$, wat leidt tot een zeer lage karakteristieke waarde, berekend op basis van de gemiddelde waarde.

Men moet dus verifiëren of:

$$\frac{W_d \cdot S}{2} \leq R_{dh,d}$$

Aangezien er geen theoretische relatie bestaat tussen de deuvewelstand en de dikte van de natuursteen, is het spijtig genoeg niet mogelijk om te komen tot een rechtstreekse bepaling van de minimale steendikte in functie van de andere parameters, zonder over te gaan tot een specifieke proef op een steen met de beoogde dikte.

Laten we een natuursteen met een dikte van 3 cm en een karakteristieke deuvewelstand van 1.250 N (*) beschouwen. Volgens afbeelding 2 moet het gebruik van dergelijke stenen met een oppervlak van 1 m² beperkt blijven tot een maximale winddruk van 1.800 Pa. Voor stenen met een oppervlak van om en bij de 0,75 m² (bv. 0,55 x 1,40 m) zijn winddrukken tot ongeveer 2.400 Pa mogelijk.

In nevenstaande tabel zijn de winddrukken opgenomen die door berekening verkregen werden voor drie gebouwhoogtes en een referentiewindsnelheid $v_{b,0}$ van 25 m/s. In het eerste geval (oppervlak van 1 m²) betekent dit dat een gebouw van 30 m hoog in de ruwheidscategorie I of een gebouw van 60 m hoog in de categorieën I of II niet uitvoerbaar zal zijn. In het tweede geval (oppervlak van 0,75 m²) zou het daarentegen mogelijk moeten zijn om gebouwen met een hoogte tot 75 m op te trekken.

Besluit

De buigsterkte van de natuursteen is slechts zelden bepalend bij mechanisch verankerde gevelbekledingssystemen. Vanuit het oogpunt van de windbelastingen is het veeleer de deuvewelstand die bepalend zal zijn in functie van de gebouwhoogte en de oppervlakte van de stenen. Naargelang van hun aard kan hun maximale toepassingshoogte in de gevel beoordeeld worden op basis van de benadering die voorgesteld werd in dit artikel en verder uit de doeken gedaan zal worden in de lange versie ervan. Voor compacte stenen met gemiddelde afmetingen (oppervlakte van zo'n 0,75 m²) en een dikte van 3 cm is de toepassing tot op grote gevelhoogtes haalbaar voor een groot deel van het land.

B. Parmentier, ir., afdelingshoofd,
afdeling Structuren, WTCB

D. Nicaise, dr. wet., laboratoriumhoofd, laboratorium
Mineralogie en microstructuur, WTCB

(*) Het kan hier bijvoorbeeld gaan om een compacte steen zoals een Belgische blauwe hardsteen met een dikte van 3 cm (louter informatieve waarde).

Hoewel donkerkleurige verven momenteel erg in trek zijn, houdt het gebruik ervan op gevels en buitenschrijnwerk vaak risico's in. Zo kunnen er niet alleen problemen optreden door de vervorming van de ondergrond, maar bestaat er ook een risico op het voortijdig loskomen van de verf.

Het gebruik van donkerkleurige verf

Soorten problemen en hun oorzaak

Donkerkleurige coatings die rechtstreeks blootgesteld zijn aan zonnestraling nemen meer warmte op dan lichtkleurige. Dit impliceert dat ze onderworpen zijn aan grotere temperatuurschommelingen en bijgevolg ook aan grotere thermische vervormingen. Zo kan het temperatuurverschil tussen een wit en een donker oppervlak met een gelijkaardige blootstelling oplopen tot 20 à 30 °C.

De opwarming en dus ook de vervorming van de ondergrond kunnen eveneens versterkt worden door het gebruikte type donkerkleurige verf of coating. Dit kan leiden tot een voortijdige veroudering van de ondergrond (vooral wanneer deze uit hout bestaat) met alle praktische gebruiksproblemen van dien. In de zomer kan de vervorming van de schrijnwerkelementen er bijvoorbeeld voor zorgen dat men de ramen en deuren niet langer naar behoren kan openen of sluiten.

Bij poreuze ondergronden zoals beton en metselwerk, kan de warmteabsorptie door een donkerkleurige verf nog een bijkomend probleem veroorzaken. De temperatuurstijging van de ondergrond kan hier immers leiden tot de verdamping van het in de wand aanwezige water en bijgevolg ook tot een drukverhoging onder de coating.

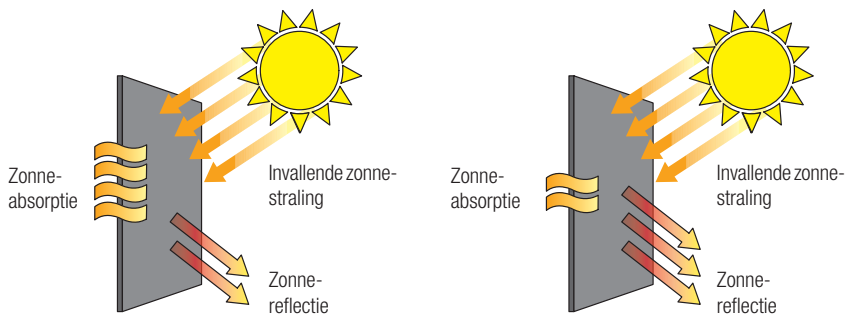
Invloedsparameters

De kleur van de verf – of meer specifiek de zonneabsorptiecoëfficiënt (AC) ⁽¹⁾ ervan – is zondertwijfel de doorslaggevende factor. Deze coëfficiënt is voornamelijk afhankelijk van de kleur van de verf, maar kan ook variëren naargelang van de aan het product toegevoegde additieven en de gebruikte kleurstoffen. In de Franse DTU 59.1 uit 2013 staat vermeld dat enkel kleuren met een luminantie waarde (Y) ⁽²⁾ van meer dan 35 % of met een zonneabsorptiecoëfficiënt van minder dan 0,7 toepasbaar zijn op elke ondergrond. Het gebruik van andere kleuren is daarentegen af te raden.

De aard van de ondergrond en zijn isolatie ten overstaan van de constructie spelen eveneens

Luminantie waarde, zonreflectiecoëfficiënt en zonneabsorptiecoëfficiënt van verschillende kleuren

Eigenschap	Donker-rood	Donker-blauw	Donker-geel	Donker-oranje	Bruin
Luminantie waarde (Y)	14	21	31	33	31
Zonreflectiecoëfficiënt (TSR) [%]	49	47	44	59	43
Zonneabsorptiecoëfficiënt (AC)	0,51	0,53	0,56	0,41	0,57



Ondergrond bestreken met een verf zonder (links) en met (rechts) reflecterende pigmenten

een rol. De temperatuurstijging van de verf zal des te groter zijn naarmate de ondergrond meer zonne-energie absorbeert. Zo zal de opwarming bij hout, kunststof en dunne staalplaten op een isolatiemateriaal meer uitgesproken zijn dan bij beton, baksteen-metselwerk en massieve staalconstructies.

In het geval van betonnen ondergronden kan ook de waterdampdoorlaatbaarheid van de coating problemen veroorzaken. Beschermingscoatings voor beton (die het ontstaan van corrosie vertragen door de carbonatatie van het beton te beperken en de indringing van chloriden tegen te gaan) moeten beantwoorden aan de norm NBN EN 1504-2. Het is echter belangrijk om weten dat de meest waterdampdoorlaatbare beschermingscoatings een stuk minder doorlaatbaar zijn dan de zeer doorlaatbare decoratieve verven die vallen onder de norm NBN EN 1062-1.

Tot slot zijn er nog andere parameters die bijdragen tot de duurzaamheid van de coating, zoals de hechting van de verf aan de ondergrond.

Oplossingen

Voor oppervlakken die sterk bezond worden, zou het respecteren van de criteria uit de DTU 59.1, meer bepaald het opteren voor een lichte kleur, een oplossing kunnen bieden.

Er zijn echter ook een aantal nieuwe verfsoorten in ontwikkeling. Zo zouden bepaalde pigmenten of kleurstoffen die de infraroodstraling weerkaatsen ook bij donkerkleurige verven moeten toelaten om een zonneabsorptiecoëfficiënt van minder dan 0,7 te behalen. Hierdoor zou het mogelijk moeten worden om een AC-waarde te bekomen die tot 1,5 keer lager ligt dan bij een verf met een identieke kleur van het 'standaardtype'. Deze karakteristieken moeten in de technische fiches vermeld worden. ■

V. Pollet, ir., adjunct-departementshoofd, departement Materialen, technologie en omhulsel, WTCB
E. Calleux, dr., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Hout en coatings, WTCB
A. Deneyer, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Licht, WTCB

- ⁽¹⁾ Deze coëfficiënt, die begrepen is tussen 0 en 1, drukt uit welke fractie van de op het oppervlak invallende stralingsenergie (ultraviolet, zichtbaar spectrum en infrarood) daadwerkelijk geabsorbeerd wordt. De niet-geabsorbeerde straling wordt weerkaatst.
- ⁽²⁾ De luminantie waarde (Y) geeft aan welke hoeveelheid van het op het oppervlak invallende licht effectief door de verf weerkaatst wordt. De term 'licht' moet hier begrepen worden als de zonnestraling die zichtbaar is met het blote oog.

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Technologische Dienstverleningen Suremat en COM-MAT, gesubsidieerd door het Waalse Gewest.



De juiste ventilatorkeuze is cruciaal bij de installatie van een mechanisch-ventilatiesysteem (B, C, D) om de vereiste systeemprestaties te kunnen behalen. In dit artikel gaan we dieper in op de criteria die men hierbij in het achterhoofd dient te houden.

Het belang van de ventilatorkeuze

Ventilatiedebiet en drukverlies

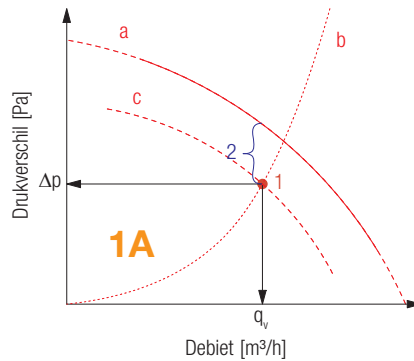
Bij mechanische-ventilatiesystemen wordt er een te realiseren ventilatiedebiet opgelegd. De ventilatorkeuze mag echter niet louter en alleen gebaseerd zijn op het vooropgestelde ventilatiedebiet. Een mechanisch-ventilatiesysteem bestaat immers meestal uit een netwerk van luchtkanalen dat de centrale ventilator verbindt met de diverse ruimten. Naarmate de lucht doorheen deze luchtkanalen stroomt, ontstaan er drukverliezen die opgevangen moeten worden door de ventilator. Deze drukverliezen worden beïnvloed door diverse factoren zoals: de lengte, vorm en afmetingen van de kanalen, de lichtsnelheid, de ruwheid van de kanaaloppervlakken en de aanwezigheid van andere onderdelen in de installatie (bv. geluidsdempers, filters en ventielen). Het is dus belangrijk om de drukverliezen te kennen zodat men een ventilator kan kiezen die met zekerheid in staat zal zijn het ventilatiedebiet bij de berekende drukverliezen te behalen. Door de juiste ventilatorkeuze kan men dus vermijden dat de installatie nadien nog aangepast moet worden.

Bepaling van de drukverliezen

De drukverliezen in een leidingennetwerk kunnen relatief accuraat en gemakkelijk berekend worden. Voor eenvoudige ventilatie-installaties kan men bijvoorbeeld de rekentool gebruiken die door het WTCB ontwikkeld werd en die gratis te downloaden is via de website www.optivent.be. Meer gedetailleerde achtergrondinformatie omtrent de berekeningsmethoden kan men terugvinden in het [WTCB-Rapport nr. 15](#) 'Berekening van drukverliezen en dimensionering van luchtdistributienetwerken'.

Ventilator karakteristiek

De fabrikant stelt voor iedere ventilator een zogenaamde ventilator karakteristiek ter beschikking (zie afb. 1A, curve a). Deze curve geeft aan wat het drukverschil is dat de ventilator kan overbruggen in functie van het gerealiseerde ventilatiedebiet. Bij lage



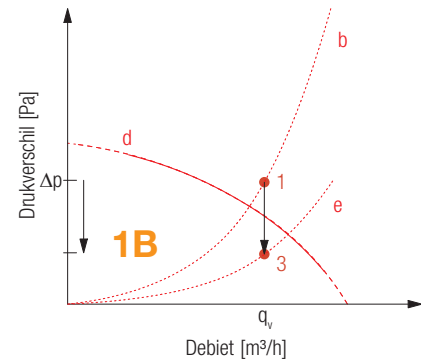
1 | Voorstelling van de ventilator karakteristiek, werkingsspunten en leiding karakteristiek

debieten zal de ventilator in staat zijn om een groot drukverschil te compenseren, terwijl het door de ventilator overwonnen drukverschil bij hoge debieten veel kleiner zal zijn.

Werkingspunt

Zodra het drukverlies dat in de installatie zou optreden bij het ontwerpdebiet berekend is, kan het werkingsspunt (zie afb. 1A, punt 1) aangeduid worden op de leiding karakteristiek van de installatie (zie afb. 1A, curve b), die voorgesteld wordt door een kwadratische curve. Voor het aldus bepaalde werkingsspunt is er een ventilator nodig met een ventilator karakteristiek die minstens beantwoordt aan deze van curve c op afbeelding 1A. Deze ventilator zal net in staat zijn om het bij het ontwerpdebiet optredende drukverlies te overbruggen. Zekerheidshalve wordt er echter veelal gekozen voor een iets grotere ventilator (zie afb. 1A, punt 2) die rekening houdt met de verschillen tussen de berekende en de praktijksituatie en met de vervuiling van de filter, en dit binnen aanvaardbare grenzen op het vlak van kostprijs, ruimtegebruik ...

Als er gekozen wordt voor een ventilator met een te kleine ventilator karakteristiek (zie afb. 1B, curve d), zal deze niet in staat zijn om het drukverlies in het werkingsspunt (zie afb. 1B, punt 1) te overwinnen, waardoor het gewenste ventilatiedebiet niet gerealiseerd wordt. Hoewel men in dit geval gewoon zou kunnen opteren voor een grotere ventilator, verdient het de voorkeur om de drukverliezen (in de ontwerpfase) te verminderen zodat



de leiding karakteristiek van de installatie (zie afb. 1B, curve b) lager komt te liggen, bijvoorbeeld tot het niveau van punt 3 (zie afb. 1B, curve e).

Andere criteria bij de ventilatorkeuze

Aangezien het cruciaal is dat de gewenste ventilatiedebieten in de praktijk gerealiseerd worden, zullen deze bij de indienststelling gemeten en afgesteld moeten worden (zie de [WTCB-Dossiers 2012/3.12](#)).

Daarnaast zijn er nog diverse andere criteria waarmee men rekening moet houden bij de ventilatorkeuze:

- het regelbereik van het toerental moet voldoende ruim zijn
- het elektriciteitsverbruik van de ventilatie-installatie: dit wordt voornamelijk bepaald door de drukverliezen in het leidingennetwerk, door de motor van de ventilator (een EC-motor geniet de voorkeur), door de afstelling bij de indienststelling en door de regelwijze in het dagelijkse gebruik
- de akoestische prestaties van de ventilator: samen met de opbouw van het leidingennetwerk en de eventuele aanwezigheid van geluidsdempers zijn deze immers mede bepalend voor het akoestische comfort van de gebruikers
- het onderhoudsgemak en de onderhoudsfrequentie.

P. Van den Bossche, ing., laboratoriumhoofd,
laboratorium Verwarming en ventilatie, WTCB



Het WTCB voert al meer dan twee jaar debietmetingen uit bij installaties voor de distributie van sanitair water in eengezinswoningen en appartementsgebouwen van verschillende groottes (zie de WTCB-Dossiers 2012/3.13 en 2013/3.14). Uit een aantal bijkomende metingen is intussen gebleken dat de opgemeten piekdebieten het dichtst benaderd worden door de norm DIN 1988-300. Het is dus hoog tijd om de dimensioneringsregels voor uw installaties aan te passen. Dit artikel bespreekt de dimensionering van de leidingen voor de distributie van sanitair water. In een tweede artikel dat op latere datum zal verschijnen, zal de dimensionering van de warmwaterproductie-installatie aan bod komen.

Dimensionering van waterverdeel- leidingen: DIN 1988-300

Een sanitair-warmwaterleiding (SWW) met een grotere diameter brengt in vergelijking met een leiding met een kleinere diameter een langere wachttijd (zie de WTCB-Dossiers 2014/2.12) en een groter uittapvolume met zich mee. Dit heeft niet alleen een invloed op het comfort van de gebruikers, maar ook op de kosten van de installatie en het distributierendement van het SWW (EPB). Men dient met andere woorden te opteren voor een zo klein mogelijke leidingdiameter die niettemin toelaat om aan alle eisen (bv. minimaal debiet, maximaal toelaatbare stroomsnelheid) te voldoen.

De herziening van de norm DIN 1988-300 uit 2012 vormt tegenwoordig de beste basis voor de dimensionering van leidingen. Net zoals bij andere methoden is de berekening van de leidingdiameters in dit document gebaseerd op het verkrijgen van een minimale druk net vóór het tappunt met de minst gunstige ligging in de installatie bij het optreden van het piekdebiet. Hiertoe bepaalt men eerst het maximaal toelaatbare drukverlies tussen dit tappunt en de teller (of het aansluitpunt op het net), rekening houdend met de bijzonderheden in dit leidingdeel (zoals bochten, T-stukken ...). Vervolgens moet men deze waarde delen door de leidinglengte tussen

Ontwerpdebieten van de verschillende tappunten (waarden bij ontstentenis)

Tappunt	Ontwerpdébet ($q_{v,r}$) [l/s]	Debieten van de actueel op de markt verkrijgbare producten [l/s]
Keukenaanrecht	0,10	0,06 tot 0,2
Douche	0,15	0,1 tot 0,5
Bad	0,15	0,15 tot 0,3
Wastafel	0,07	/
Wc	0,13	/

deze twee punten, teneinde een waarde te bekomen voor het maximaal toelaatbare drukverlies per strekkende meter leiding. Ten slotte dient men een leidingdiameter te kiezen waarvoor het drukverlies bij het piekdebiet de hiervoor bepaalde waarde niet overschrijdt.

Voor woongebouwen wordt het piekdebiet ($q_{v,p}$, in de DIN aangeduid als $\dot{V}_s$) berekend op basis van de som van de ontwerpdébieten ($\Sigma q_{v,r}$, in de DIN aangeduid als $\Sigma \dot{V}_R$) van de verschillende aangesloten tappunten. Dit gebeurt volgens onderstaande formule (die geldt indien $0,2 \leq \Sigma q_{v,r} \leq 500$ [l/s]):

$$q_{v,p} = 1,48 (\Sigma q_{v,r})^{0,19} - 0,94 \text{ [l/s].}$$

Deze berekening wijkt af van de oude versie van de norm (DIN1988-3) doordat ze een

realistischere benadering van de piekdebieten oplevert en gebruikmaakt van de reële karakteristieken van de tappunten (bv. de ontwerpdébieten $q_{v,r}$). Wanneer er geen gegevens van de fabrikant voorhanden zijn, kan men hiertoe terugrijpen naar de waarden uit bovenstaande tabel. Voor meer luxueuze gebouwen moeten de te gebruiken debietwaarden daarentegen vastgelegd worden in samenspraak met de bouwheer.

Eens de som van de ontwerpdébieten ($\Sigma q_{v,r}$) gemaakt is, kan het piekdebiet ($q_{v,p}$) afgelezen worden in de onderstaande grafiek.

O. Gerin, ir., onderzoeker, en B. Bleys, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Watertechnieken, WTCB

Dimensioneringsvoorbeeld

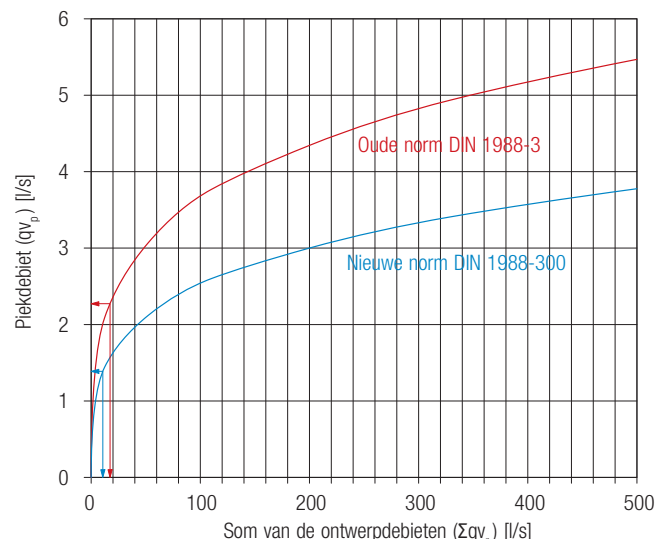
We beschouwen de vertrekleiding van een sanitair-warmwaterinstallatie (SWW) in een appartementsgebouw met 32 appartementen, die elk uitgerust zijn met een bad, een douche, twee wastafels en een aanrecht met een mengkraan in de keuken.

Volgens de oude normen zou het brutodebiet per appartement 0,51 l/s ($2 \times 0,15 + 3 \times 0,07$) bedragen, wat overeenkomt met een totaaldebiet van 16,32 l/s ($32 \times 0,51$) ter hoogte van de SWW-opslagtank, hetzij met een piekdebiet ($q_{v,p}$) van 2,36 l/s.

Bij toepassing van de voorschriften uit de herziening van de norm DIN 1988-300 uit 2012, bekomt men daarentegen een brutodebiet per appartement van slechts 0,32 l/s ($0,15 + 0,07 + 0,10$), wat overeenkomt met een totaaldebiet van 10,24 l/s ($32 \times 0,32$) ter hoogte van de SWW-opslagtank, hetzij met een piekdebiet ($q_{v,p}$) van 1,36 l/s.

Voor eenzelfde toelaatbaar lineair drukverlies (4 mbar/m), kunnen we voortaan dus een koperen leiding gebruiken met DN40 in plaats van DN50 (volgens de oude versie van de norm).

Piekdebiet ($q_{v,p}$) in functie van de som van de ontwerpdébieten ($\Sigma q_{v,r}$) voor de verschillende tappunten





De uitvoering van luchtdichtheidstesten komt aan bod in verschillende referentiedocumenten, waaronder de norm NBN EN 13829. Deze norm wordt door de gewestelijke EPB-regelgevingen voor nieuwbouw met een aantal bijkomende specificaties aangevuld. Hieraan moet absoluut voldaan worden indien men proefresultaten wil gebruiken ter vervanging van de minder gunstige ontstenteniswaarde uit de EPB. Recentelijk heeft de FOD Economie de STS-P 71-3 'Luchtdichtheid van gebouwen – luchtdichtheidstest' gepubliceerd, die de bestaande documentatie vervolledigen en enkele belangrijke nieuwigheden invoeren, zoals de erkenning van de opmeters. Dit artikel gaat dieper in op deze nieuwe regels en de praktische gevolgen die eruit voortvloeien.

Nieuwe regels voor luchtdichtheidstesten in gebouwen

Een stijgend aantal proeven

De laatste jaren is het aantal luchtdichtheidstesten in gebouwen sterk gestegen omwille van de verhoogde aandacht voor de energieprestaties. De kostprijs voor een dergelijke meting in een woning bedraagt gemiddeld enkele honderden euro's. Hoewel de uitvoering ervan niet opgelegd wordt door de EPB-regelgeving, blijkt uit het grote aantal uiteindelijke EPB-aangiftes waarin er resultaten van dergelijke luchtdichtheidstesten opgenomen zijn, dat de belangstelling voor dit onderwerp in stijgende lijn gaat. In 2014 ging het om meer dan 8.000 van de ingediende verklaringen in het Vlaamse Gewest en om bijna een derde van de aangiftes in het Waalse Gewest.

Referentiedocumenten

De uitvoering van luchtdichtheidstesten wordt uiteengezet in de norm NBN EN 13829. Daarnaast hebben de Gewesten, in het kader van de EPB-regelgeving, nog een aantal bijkomende specificaties opgesteld. Indien deze regels nageleefd worden, kan men voor de valorisering van de gemeten prestaties terugrijpen naar de proefresultaten, die doorgaans een stuk gunstiger zijn dan de waarde bij ontstentenis.

Eind 2014 heeft de FOD Economie de STS-P 71-3 gepubliceerd, die eveneens gewijzigd zijn aan luchtdichtheidstesten. De bij-

komende specificaties uit de EPB-regelgeving werden dan ook enigszins aangepast om hiermee in overeenstemming te zijn.

In het Vlaamse Gewest is de herwerkte versie van de bijkomende specificaties ondertussen in voege getreden. De hierin opgenomen regels gelden voor alle proeven die vanaf 1 januari 2015 uitgevoerd worden. De proeven, bestemd voor gebruik in de context van de EPB, moeten in Vlaanderen bovendien verplicht gerealiseerd worden door een erkende opmeter.

Inhoud van de STS-P 71-3 en erkenning van de opmeters

De STS beschrijven het uitvoeringsproces van een luchtdichtheidstest. Het gaat hier om de handelingen die tot het normale takenpakket van de opmeter behoren, de voorbereiding van het gebouw, het opsporen van lekken, de inhoud van het proefverslag ... Ze vermelden eveneens welke informatie de opmeter van de aanvrager moet ontvangen om de proef tot een goed einde te kunnen brengen.

In de informatieve bijlage 6 van de STS-P 71-3 staat er ten slotte een kwaliteitskader beschreven. Dit impliceert niet alleen dat de bekwaamheid van de opmeter erkend moet worden, maar ook dat diens metingen het voorwerp moeten uitmaken van een controle. Intussen zijn er al meer dan 160 opmeters erkend. De lijst met erkende opmeters is

opgenomen in de bouwproductendatabank TechCom op de WTCB-website.

Besluit

De publicatie van de STS-P 71-3 heeft een belangrijke invloed op de manier waarop de luchtdichtheidstesten voorgeschreven en uitgevoerd moeten worden enerzijds en op de personen die deze proeven voor hun rekening mogen nemen anderzijds. Van zodra er een contractuele verplichting bestaat om de voorschriften uit de STS-P 71-3 en hun bijlage 6 na te leven, mag de aflevering van de proefverslagen – vergezeld van hun conformiteitsverklaring – immers enkel nog gebeuren door een erkende opmeter. In het Vlaamse Gewest is deze eis inmiddels van kracht voor elke nieuwe proef die vanaf 1 januari 2015 in de context van de EPB uitgevoerd wordt. Ook in de Gewesten waar er in de regelgeving niet specifiek naar deze STS verwezen wordt of waar deze regelgeving niet van toepassing is, staat het de voorschrijvers echter vrij om te refereren aan de STS-P 71-3 en hun bijlage 6.

X. Lancour, ir., afdelingshoofd, en C. Mees, ir., projectleider, afdeling Energie, WTCB
C. Delmotte, ir., hoofd van het laboratorium Prestatiemetingen technische installaties, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van het project 'Luchtdicht Bouwen van A tot Z' met de steun van het Agentschap Ondernemen.

Welke regels gelden in de drie Gewesten?

De bijkomende specificaties voor luchtdichtheidsmetingen werden opgesteld in samenspraak met de drie Gewesten en werden reeds meermaals herzien. De van toepassing zijnde versie van deze regels kan van Gewest tot Gewest verschillen:

- algemene informatie omtrent de EPB-regelgeving: www.epdb.be
- EPB-regelgeving in het Vlaamse Gewest: www.energiesparen.be
- EPB-regelgeving in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: www.ibgebim.be
- EPB-regelgeving in het Waalse Gewest: energie.wallonie.be



Via de WTCB-Mail (zie www.wtcb.be) blijft u op de hoogte van de verschijning van de lange versie van dit artikel: WTCB-Dossiers 2015/2.16



De toepassing van lichte gevelwanden met een houten stijlwerk is zowel in de houtskeletbouw als in de vernieuwbouw populair. De grote ruimte die traditioneel ingenomen wordt door een constructie uit metselwerk kan bij een lichte gevelwand immers benut worden door een bijkomend isolatiemateriaal. Dit resulteert in een aanzienlijke verbetering van de thermische isolatie zonder toename van de geveldikte. Deze oplossing zou echter enkel overwogen mogen worden indien ook voldaan is aan de eisen op het vlak van brandveiligheid, akoestische isolatie, luchtdichtheid en structurele integriteit.

Akoestisch verbeterde oplossingen voor lichte gevelwanden

Traditionele oplossing

Met een akoestische isolatie (R_{Atr}) van om en bij de 39 dB ($R_{Atr} = R_w + C_{tr}$) presteren de courante oplossingen voor lichte gevelwanden met een houten stijlwerk van het type dat voorgesteld is in afbeelding 1, eerder zwak ten opzichte van hun traditionele steenachtige tegenhangers ($R_{Atr} > 48$ dB). Een mogelijke manier om de niet te verwaarlozen geluidstransmissie doorheen dergelijke gevelelementen met een R_{Atr} -waarde van minder dan 48 dB te compenseren, bestaat erin om vensters en ventilatioeroosters met

verbeterde akoestische prestaties te voorzien. Deze oplossing vertoont echter het nadeel dat er een aanzienlijk prijskaartje aan vastgeknoot is.

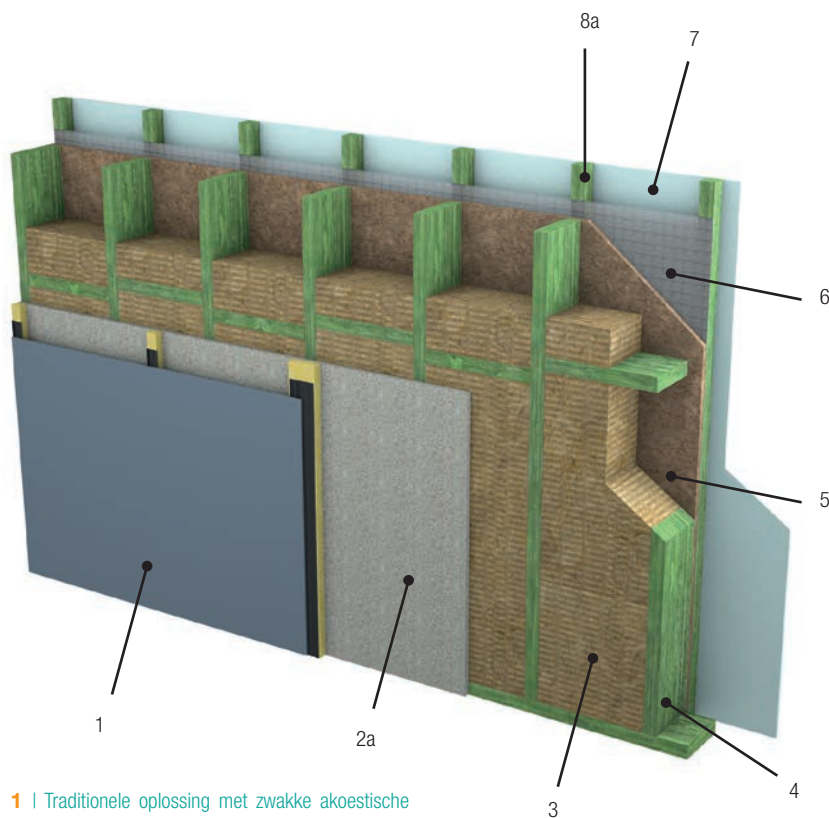
Akoestisch verbeterde oplossing voorzien van een brandtechnisch performante buitenplaat

In 2014 werd er in het kader van het STAR-project (*) dan ook een uitgebreid testprogramma opgezet dat tot doel had om innovatieve lichte gevelwandconstructies op punt te stellen met

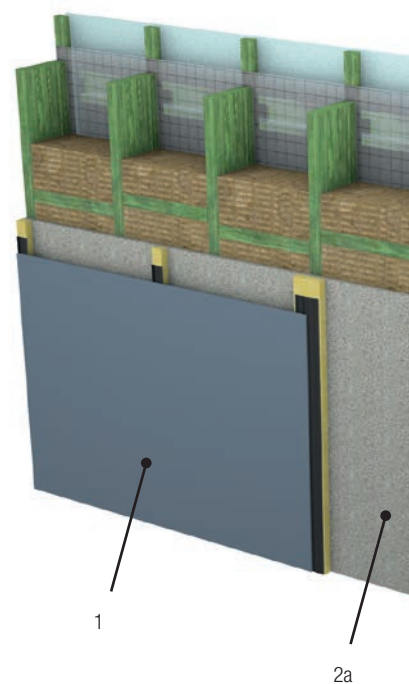
even goede akoestische prestaties als hun tegenhangers uit metselwerk.

In afbeelding 2 is één van de in deze context ontwikkelde bouwconcepten voorgesteld. Het gaat hier om een variant met veerregels of een licht metalen stijlwerk met een R_{Atr} -waarde van om en bij de 50 dB (of zelfs meer, naargelang van de gekozen buitenafwerking). Deze goede akoestische prestaties zijn enerzijds te danken aan het feit dat de deelwanden van de spouwconstructie van elkaar ontkoppeld worden door middel van voormelde veerregels (zie 9 in afbeelding 2) en anderzijds door het feit

(*) STAR staat voor *Sustainable Thermal Acoustic Retrofit*, een project dat kadert in een internationale samenwerking met Eracobuild en het IWT.



1 | Traditionele oplossing met zwakke akoestische prestaties



2 | Akoestisch verbeterde oplossing voorzien van een brandtechnisch performante buitenplaat

dat de spouw opgevuld wordt met rotswol (zie 3 in afbeelding 2). Er wordt met andere woorden een akoestisch dubbelwandige werking tot stand gebracht. Deze oplossing vertoont echter ook een belangrijk nadeel: bij toepassing in dragende houtskeletgevels moet er aan het systeem een speciale buitenplaat (zie 2a in afbeelding 2) toegevoegd worden om de schrankweerstand in geval van brand te kunnen waarborgen. Aangezien dergelijke platen bijna altijd dampdicht zijn, is het risico reëel dat er bij een gebeurlijke infiltratie van binnenlucht in de isolatie vochtophopingen zullen ontstaan. Het dampscherm moet dus uiterst zorgvuldig geplaatst worden.

Akoestisch verbeterde oplossing met optimale brandveilige en hygrothermische prestaties

Het bouwconcept dat voorgesteld wordt in afbeelding 3 (zonder specifieke brandtechnisch performante plaat) levert niet alleen uitstekende akoestische prestaties op (een R_{Atr} -waarde van meer dan 48 dB), maar voldoet eveneens aan de eisen op het vlak van brandveiligheid en hygrothermie. In dit geval bevindt de schrankerende plaat (zie 10 in

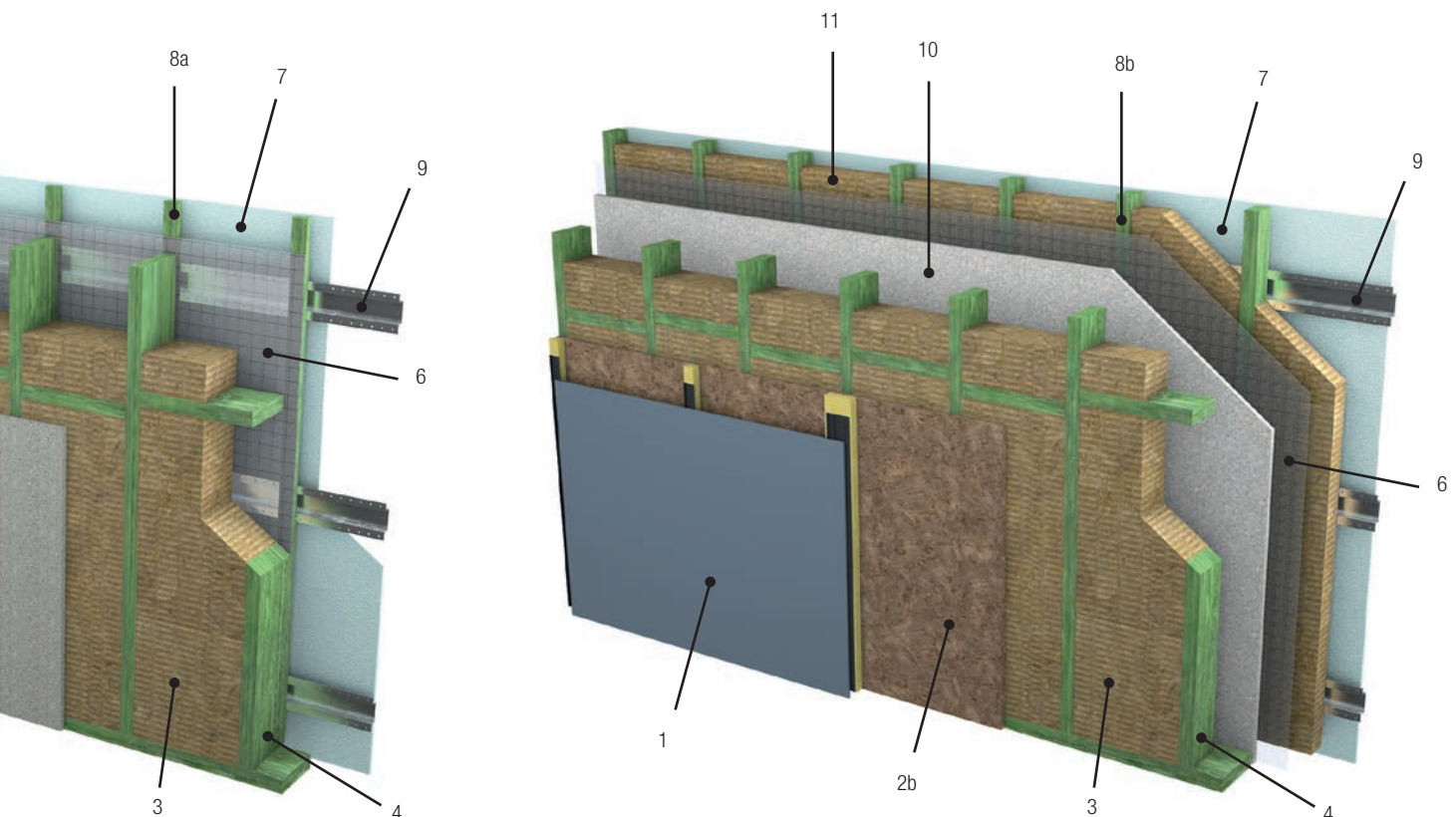
afbeelding 3) zich immers tussen twee rotswollagen (zie 3 en 11 in afbeelding 3), waardoor de brandweerstand ervan gewaarborgd is. De hygrothermische prestaties worden dan weer veiliggesteld door het feit dat de rotswollaag die zich langs de binnenzijde van het dampscherm (zie 6 in afbeelding 3) bevindt, maar half zo dik is als deze die zich aan de buitenzijde bevindt. Het dauwpunt zal met andere woorden gelegen zijn in de buitenste rotswol-

laag, die enkel afgeschermd wordt door een dampopen plaat (zie 2b in afbeelding 3). Ten slotte biedt dit bouwconcept het bijkomende voordeel dat de akoestische prestaties nog verder opgedreven kunnen worden door het aanbrengen van een tweede gipsplaat aan de binnenzijde van de constructie.

B. Ingelaere, ir., adjunct-departementshoofd, departement Akoestiek, energie en klimaat, WTCB

LEGENDE

1. Buitenafwerking (diverse mogelijkheden)
- 2a. Plaat (16 kg/m²) met speciale brandeigenschappen die bij houtskeletbouw ook een toereikende schrankweerstand biedt (bv. cementgebonden plaat of gelijkwaardig)
- 2b. Dampopen plaat die geen bijzondere brand- of schrankweerstandseigenschappen moet hebben
3. Rotswol of materiaal met gelijkwaardige brandeigenschappen en thermo-akoestische prestaties
4. Houten stijlwerk
5. OSB-plaat
6. Dampscherm
7. Gipsplaat voor de binnenafwerking
- 8a. Houten latwerk
- 8b. Houten latwerk met een sectie van bv. 45 x 70 mm²
9. Veerregels of een onafhankelijk licht metalen stijlwerk
10. Cementgebonden plaat of plaat uit een gelijkwaardig materiaal (24 kg/m²) die de schrankweerstand kan verzekeren
11. Rotswollaag die half zo dik is als de rotswollaag die zich langs de buitenzijde van het dampscherm bevindt



3 | Akoestisch verbeterde oplossing met optimale brandveilige en hygrothermische prestaties

Op 1 april 2014 trad er een wet in werking die de aanwezigheidsregistratie op grote werven – ook ‘checkinatwork’ genoemd – beregelt. De overheid zelf stelt hiervoor vier standaardmethoden ter beschikking die uitgebreid beschreven worden op de website van de Belgische Sociale Zekerheid (www.socialsecurity.be). De vierde methode die gebruikmaakt van een webservice, laat nieuwe ontwikkelingen van softwareleveranciers toe. Enkele daarvan worden in dit artikel nader toegelicht.

Aanwezigheidsregistratie op grote werven

1 Standaardmethoden

Van overheidswege worden er vier methoden voorzien om de aanwezigheden rechtstreeks in de databank van de sociale zekerheid te registreren (zie www.socialsecurity.be):

- een onlinedienst via desktop
- een mobiele onlinedienst
- een gateway (via een computer op de werkplaats)
- een webservice.

2 Alternatieve registratiemethoden via webservice

Typerend voor de hierna besproken registratiemethoden is dat de registraties eerst toekomen op een platform van de softwareleverancier en nadien doorgestuurd worden naar het portaal van de sociale zekerheid.

Het platform van de softwareleverancier doet dienst als centraal beheerpunt, waarop alle gegevens van de werknemers (bv. het rijksregister- of Limosanummer), van de werkgever (bv. het ondernemingsnummer) en van de werkplaatsen (bv. de werkplaatsnummers), slechts eenmalig door de gebruiker ingegeven moeten worden.

2.1 Werfprikklokken

De huidige werfprikklokken worden onder de vorm van een badgelezer aan de toegang van de bouwplaats geplaatst en laten gewoonlijk diverse registratiemethoden toe: het gebruik

van een Construbadge, een RFID-badge, een persoonlijke QR-code ... De aldus geregistreerde gegevens worden onmiddellijk doorgestuurd naar het platform van de softwareleverancier, waarop vooraf bepaald werd welke prikklok bij welke werf hoort.

2.2 Track and trace-systemen

Een aantal *track and trace*-systemen (zie de [WTCB-Dossiers 2014/3.15](#)) laten toe de aanwezigheid te registreren aan de hand van een in een voertuig geïnstalleerde badgelezer. Zodra het voertuig een gekende werfzone binnenrijdt, weet het systeem voor welke werkplaats de registratie in aanmerking genomen moet worden. De werknemers kunnen zich desgewenst ook registreren door middel van een klavier dat zich in de wagen bevindt.

2.3 Gsm's, smartphones of tablets

Het gebruik van een gsm, een smartphone of een tablet opent tal van perspectieven op het vlak van aanwezigheidsregistratie. Zo bestaat de mogelijkheid om zich te registreren via een onlineapplicatie die gelijkaardig is aan deze van de overheid. Het staat de gebruiker eveneens vrij om één of meerdere personeels- en/of werfcodes naar het portaal van de softwareleverancier te sms'en. Een laatste optie is om naar het platform te telefoneren. In dit geval wordt de gebruiker door een computerstelsel begeleid bij het ingeven van de juiste registratiedata.

2.4 Gps-systemen

De aanwezigheidsregistratie via een gps-systeem gebeurt volgens hetzelfde principe als bij een *track and trace*-systeem.

2.5 Digitale personeelsplanningen

Een digitale personeelsplanning biedt het voordeel dat men op voorhand weet welke mensen op welke werkplaatsen aanwezig zullen zijn. Indien de werkgever al een planingsprogramma gebruikt, kunnen deze gegevens probleemloos naar het portaal van de softwareleverancier gekopieerd worden via een koppeling of importiemogelijkheid.

3 Keuze van het registratiesysteem

Om een registratiesysteem op maat van uw onderneming te kunnen kiezen, dient u een aantal factoren in aanmerking te nemen, zoals:

- uw affiniteiten met voornoemde systemen
- het aantal werknemers dat uw onderneming telt
- de informatiseringsgraad van uw werknemers
- de duur van hun tewerkstelling op een bepaalde werkplaats
- het feit of er u al dan niet een systeem opgelegd wordt door derden.

B. Coemans, ing., hoofdadviseur, afdeling Beheer, kwaliteit en informatietechnieken, WTCB

Voor meer informatie hieromtrent kan u terecht bij de adviseurs van de afdeling Beheer, kwaliteit en informatietechnieken van het WTCB (gebe@bbri.be) en op de projectwebsite www.Triple-T.be.

Gegevens die geregistreerd moeten worden, ongeacht de gekozen registratiemethode

- Het ondernemingsnummer van de werkgever
- Het werknemersnummer (d.i. het rijksregisternummer of het L1-Limosanummer)
- Het unieke werkplaatsnummer
- De datum van de werken

WTCB-Publicaties

WTCB-Dossiers

- 2014/4.17** Y-classificatie voor het opsporen van nieuwe duurzame technologieën
- 2014/4.9** Messing medeverantwoordelijk voor de corrosie van verzinkt stalen leidingen
- 2014/4.4** Voorschrijven van metselstenen
- 2014/4.2** Vezelversterkt beton: na 50 jaar op punt?
- 2014/3.6** De dimensionering van glas volgens de toekomstige normen NBN S 23-002-2 en S 23-003
- 2014/3.3** Vorstschade aan betonnen buitenverhardingen: rol van het cement

Infofiches

- N° 70.1** Uitvoering van stalen damwanden
- N° 70.2** Uitvoering van diepwanden
- N° 71.1** Stortklaar beton voor de toekomst. Beton met gerecycleerde granulaten
- N° 71.2** Stortklaar beton voor de toekomst. Vezelversterkt beton
- N° 71.3** Stortklaar beton voor de toekomst. Zelfverdichtend beton

Technische Voorlichtingen

- TV 254** Brandveilig afdichten van doorvoeringen in brandwerende wanden. Voor-
schriften en plaatsing

WTCB-rapport

- Nr. 15** Berekening van drukverliezen en dimensionering van luchtdistributienet-
werken (+ correcties van december 2014)
- Nr. 14** Ontwerp en dimensionering van centrale-verwarmingsinstallaties met warm
water (+ correcties van december 2014)

Andere WTCB-publicaties

- Monografie nr. 19** Leidraad CE-markering. Rolliiken en zonweringen
- Jaarverslag 2014**

Publicaties

De WTCB-publicaties zijn beschikbaar:

- op onze website:
 - gratis voor aannemers die lid zijn van het WTCB
 - via abonnementsformule voor andere bouwprofessionelen (registratie op www.wtcb.be)
- in gedrukte vorm en op usb-stick.

Voor bijkomende inlichtingen kan u ons telefonisch bereiken op het nummer 02/529.81.00 (van 8u30 tot 12u00). U kan ook steeds bij ons terecht per fax (02/529.81.10) of per mail (publ@bbri.be).

Opleidingen

- Voor meer informatie met betrekking tot de opleidingen kan u zowel per telefoon (02/655.77.11), per fax (02/655.79.74) als per e-mail (info@bbri.be) contact opnemen met J.-P. Ginsberg.
- Nuttige link: www.wtcb.be (rubriek 'Agenda').



Publicatie van het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, inrichting erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947

Verantwoordelijke uitgever: Jan Venstermans, WTCB, Lombardstraat 42, B-1000 Brussel

Dit is een tijdschrift van algemeen informatieve aard. De bedoeling ervan is de resultaten van het bouwonderzoek uit binnen- en buitenland te helpen verspreiden.

Het, zelfs gedeeltelijk, overnemen of vertalen van de teksten van dit tijdschrift is slechts toegelaten mits schriftelijk akkoord van de verantwoordelijke uitgever.

www.wtcb.be

Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Het WTCB vormt al meer dan vijftig jaar hét wetenschappelijke en technische middelpunt van de bouwsector. Het Centrum wordt hoofdzakelijk gefinancierd met het lidgeld van 85.000 aangesloten Belgische bouwbedrijven. Dankzij deze heterogene ledengroep zijn bijna alle bouwberoepen vertegenwoordigd en kan het WTCB bijdragen tot de kwaliteits- en productverbetering.

Onderzoek en innovatie

Een industrietak zonder innovatie is als cement zonder water. Het WTCB heeft er daarom voor gekozen om zijn onderzoeksactiviteiten zo nauw mogelijk te laten aansluiten bij de noden van de sector. De Technische Comités die de WTCB-onderzoeken sturen, zijn samengesteld uit bouwprofessionelen (aannemers en experts) die dagelijks op het terrein staan.

Met de hulp van verschillende officiële instanties stimuleert het WTCB bedrijven om steeds verder te innoveren. De begeleiding die we aanbieden, is afgestemd op de actuele maatschappelijke uitdagingen en van toepassing op diverse domeinen.

Ontwikkeling, normalisatie, certificering en goedkeuring

Op vraag van overheden of privébedrijven werkt het WTCB ook mee aan diverse ontwikkelingsprojecten (contractresearch). Zo is het Centrum niet alleen nauw betrokken bij de activiteiten van de nationale (NBN), Europese (CEN) en internationale (ISO) normalisatie-instituten, maar ook bij instanties zoals de Belgische Unie voor de technische goedkeuring in de bouw (BUTgb). Al deze projecten geven ons meer inzicht in de bouwsector, waardoor we sneller kunnen inspelen op de noden van de verschillende bouwberoepen.

Informatieverspreiding en steun aan bedrijven

Om de kennis en ervaring die op deze manier vergaard wordt op een efficiënte manier te delen met de bedrijven uit de sector, kiest het Centrum resoluut de weg van de informatica. Onze website is zo opgesteld dat elke bouwprofessioneel met slechts enkele muisklikken de gewenste WTCB-publicatiereeksen of bouwnormen terugvindt.

Goede informatieverspreiding kan echter niet enkel elektronisch. Een persoonlijk contact is vaak nog steeds de beste aanpak. Jaarlijks organiseert het Centrum ongeveer 650 informatiesessies en themadagen voor bouwprofessionelen. Ook de aanvragen voor onze afdeling Technisch advies blijven binnenstromen, met meer dan 26.000 verstrekte adviezen per jaar.

MAATSCHAPPELIJKE ZETEL

Lombardstraat 42, B-1000 Brussel
tel. 02/502 66 90
fax 02/502 81 80
e-mail: info@bbri.be
website: www.wtcb.be

KANTOREN

Lozenberg 7, B-1932 Sint-Stevens-Woluwe
tel. 02/716 42 11
fax 02/725 32 12

- technisch advies – publicaties
- beheer – kwaliteit – informatietechnieken
- ontwikkeling – valorisatie
- technische goedkeuringen – normalisatie

PROEFSTATION

Avenue Pierre Holoffe 21, B-1342 Limelette
tel. 02/655 77 11
fax 02/653 07 29

- onderzoek en innovatie
- vorming
- bibliotheek

DEMONSTRATIE- EN INFORMATIECENTRUM

Marktplein 7 bus 1, B-3550 Heusden-Zolder
tel. 011/22 50 65
fax 02/725 32 12

- ICT-kenniscentrum voor bouwprofessionelen (ViBo)
- Digitaal documentatie- en informatiecentrum voor de bouw- en betonsector (Betonica)

BRUSSELS MEETING CENTRE

Poincarélaan 79, B-1060 Brussel